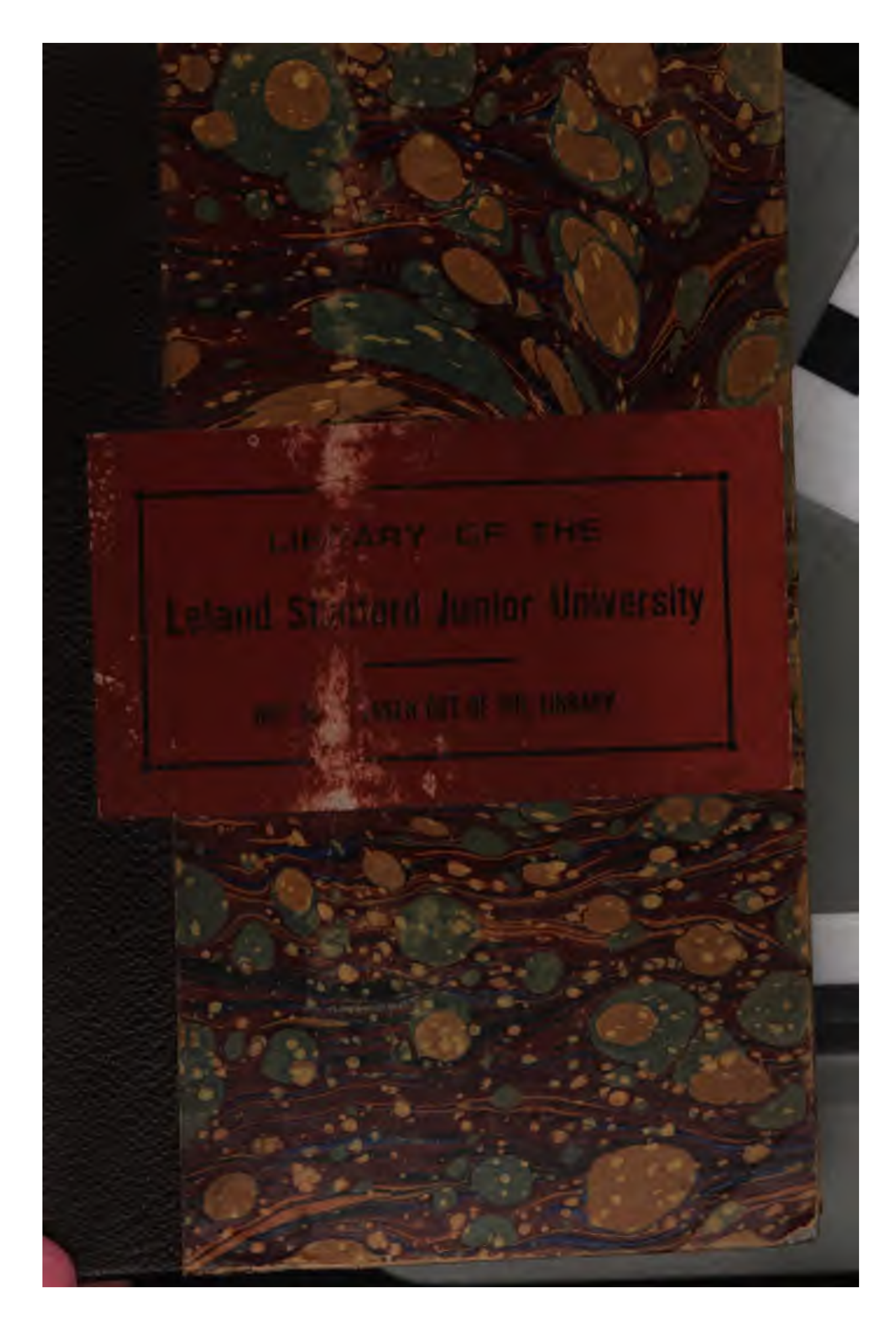
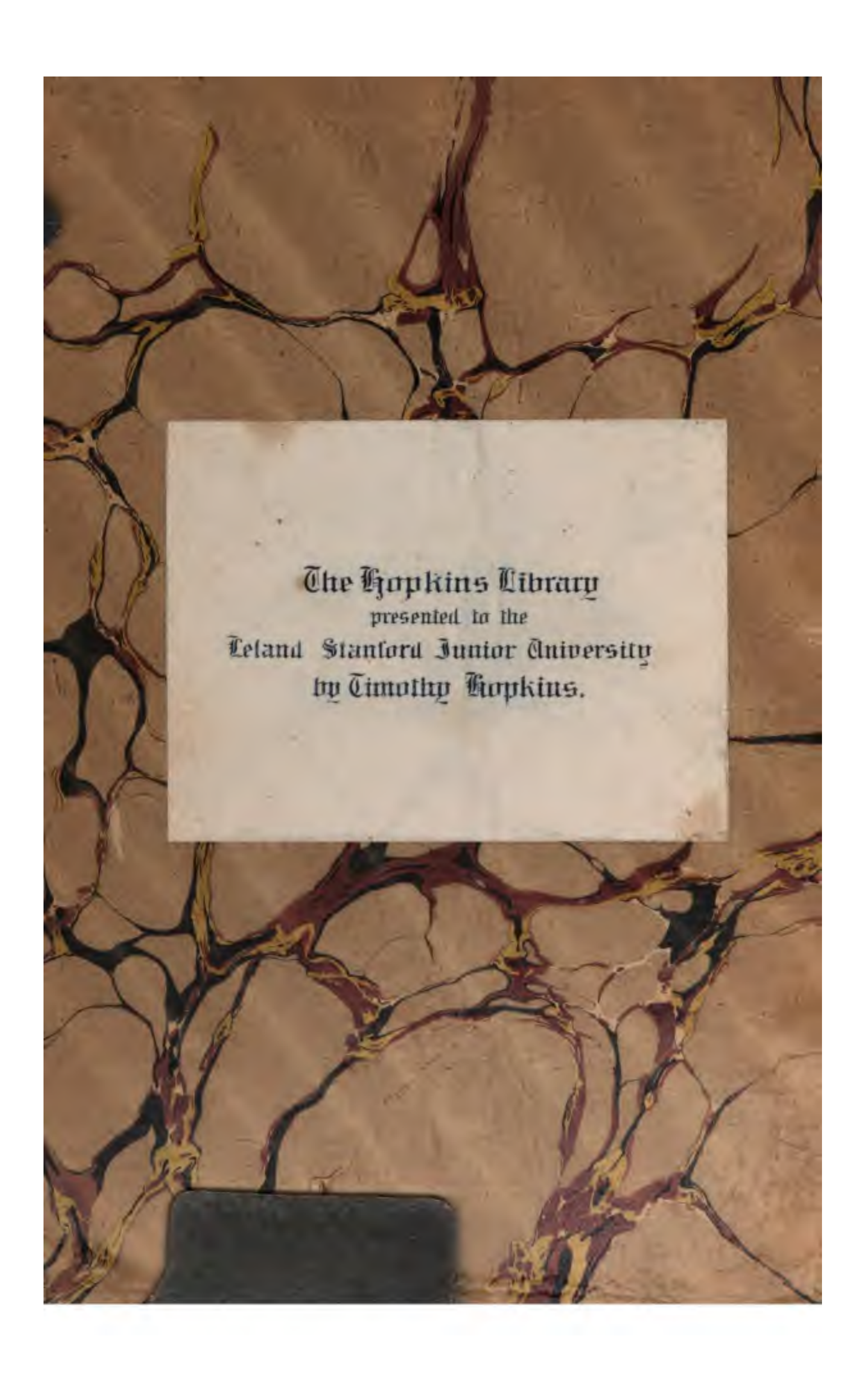

LI ARY OF THE
Leland St nford Junior University


The Hopkins Library
presented to the
Leland Stanford Junior University
by Timothy Hopkins.




B. WESTERMANN & Co.
NEW YORK
812 BROADWAY
TF705
S482
H

MANUEL PRATIQUE

DE L'EXPLOITATION

DES

CHEMINS DE FER DES RUES

ET DES

CHEMINS DE FER SUR ROUTES

OUVRAGE DU MÊME AUTEUR :

Manuel pratique de la *Construction des Chemins de*
des Rues et des Chemins des fer sur Routes, ouvr
accompagné du devis kilométrique de divers types
voies de Tramways et d'un Atlas de 25 Planches. 3 fr.

VICHY — IMPRIMERIE C. BOUGAREL, RUE LUCAS

MANUEL PRATIQUE

DE L'EXPLOITATION

DES

CHEMINS DE FER DES RUES

ET DES

CHEMINS DE FER SUR ROUTES

Ouvrage accompagné d'un

SUPPLÉMENT SUR LA CONSTRUCTION

ET D'UN

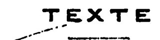
ATLAS DE 25 PLANCHES

PAR

F. SÉRAFON

INGÉNIEUR CIVIL

ANCIEN DIRECTEUR DE LA COMPAGNIE DES TRAMWAYS DU NORD (LILLE) ETC.



TEXTE

PARIS

LIBRAIRIE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES

AUGUSTE LEMOINE

15, QUAI MALAQUAIS, 15

1878



SUPPLÉMENT

Le Manuel de l'Exploitation *étant le complément du* Manuel de la Construction, *nous avons réuni sous le titre de* Supplément *les* Additions *et* Révisions *concernant les deux ouvrages. La première partie est consacrée à la* Construction *et la seconde à l'*Exploitation.



ERRATA

Page 169, ligne 7 — au lieu de 10 km, lisez : *28 km*.

PREMIÈRE PARTIE

CONSTRUCTION

Les numéros des pages se réfèrent au *Manuel de la Construction*, et ceux des planches et des figures à l'Atlas qui l'accompagne.

Les tramways actuels de Londres et de l'Angleterre *(p. 15.)*

A la fin de 1876 la longueur totale des tramways de Londres, en construction ou en exploitation, était de 98,178 mètres.

Le réseau entier de la Grande-Bretagne s'élevait, à la même époque, à 319,561 mètres divisés comme suit :

Angleterre et pays de Galles.	212,741^{m}
Ecosse.	66,451
Irlande.	40,369
	319,561^{m}

La Cie des North Metropolitan Tramways a résilié son traité avec la Cie des Omnibus de Londres et s'est décidée à acheter 1,600 chevaux, afin de faire elle-même la traction de ses cars à partir du mois de juin 1878.

Les tramways en Belgique. Les tramways en Autriche (*p. 20 et 22.*)

Suivant un article de la *Revue universelle* la longueur totale des tramways de Bruxelles en exploitation à la fin de 1876, se montait à 45,312 mètres. Le nombre des cars en service sur toutes les lignes était de 84, et celui des chevaux de 750.

Le prix d'établissement de ces tramways se décompose approximativement comme suit :

Voie simple. . . .	19,570 à 24,800 fr. par kilom.
Chevaux, y compris les harnais et les accessoires.	1,200 fr. par cheval.
Cars en service, y compris les accessoires..	9,000 fr. par car.
Ecuries, remises, ateliers, bureaux, etc., par cheval effectif ou en service. . . .	2,000 à 2,500 fr. par cheval.

Les tramways belges ont commencé par donner de brillants résultats, mais, d'après M. Vandal (p. 281, *Manuel de l'Exploitation)*, il en serait tout autrement aujourd'hui.

Ce que nous disons des tramways belges peut s'appliquer également aux tramways de la capitale de l'Autriche.

Les Tramways de Paris (*p. 23.*)

Contrairement aux prévisions, les lignes de l'Etoile à la gare de Montparnasse et de cette gare à la Bastille, cédées par la Cie des Omnibus au Réseau-Sud, sont aujourd'hui les plus productives de la Cie des Tramways de

Paris. Elles desservent quatre gares importantes : celles des chemins de fer de Vincennes, de Lyon, d'Orléans et de l'Ouest (R. G.). Il est probable que pendant l'Exposition le trafic de ces lignes sera considérable.

Tramways des départements (*p. 29.*)

Aux 301 kil. 1/2 de tramways concédés en France, il faut ajouter les suivants :

Boulogne.	2,900m
Montpellier.	7,700
Valenciennes.	11,500
St-Pierre-les-Calais.	» »

Dépréciation des titres de quelques Compagnies de tramways (*p. 31.*)

Le actions de tramways sont très-dépréciées en ce moment.

On parle de poursuites à la veille d'être exercées contre le Conseil d'administration par les actionnaires d'une grande Compagnie de Tramways.

D'un autre côté, les résultats obtenus en 1877 par les Tramways-Nord et les Tramways-Sud sont loin d'être encourageants pour les porteurs d'actions. On ne leur paie pas d'intérêt et le capital est fort compromis.

Il est probable que dans un avenir prochain la Cie des Omnibus devra racheter les lignes du Nord et celles du Sud, mais à quelles conditions ? Nous craignons bien pour les actionnaires qu'elles ne leur soient pas avantageuses.

Rails anglais (*p. 66.*)

Le rail à ailettes longitudinales, coiffant la longrine et relié à elle par des agrafes, continue à être employé en Angleterre.

On donne de préférence aux agrafes la forme barbelée (pl. 7-8, fig. 6). Quand la voie est sur traverses on ne se sert que de coussinets d'angle (pl. 11-12, fig. 6). Ce genre de rail est souvent désigné sous le nom de *Larsen rail* ou *Box rail.*

Pour éviter la saillie de l'agrafe et permettre au pavé de s'appuyer complétement contre la longrine, M. Robinson Souttar propose de rentrer les ailettes d'une quantité égale à l'épaisseur des agrafes et de noyer l'attache dans le bois. Cette disposition nous paraît avoir le grave inconvénient de ne pas permettre l'enlèvement rapide de l'agrafe quand elle doit être remplacée.

Rails employés à Paris (*p. 69.*)

La Cie des Tramways-Nord a adopté pour les lignes de Saint-Denis, Pantin, Aubervillers, etc., un rail qui diffère peu de celui du Sud, mais dont le mode d'attache aux longrines est préférable.

Voies métalliques (*p. 92.*)

Les voies entièrement métalliques se divisent comme les voies en fer et bois, en deux classes : voies à supports continus ; voies à supports discontinus.

Dans la première il faut ranger la voie nouvelle des tramways de Manchester, où le rail repose sur des lon-

grines en fonte assez semblables à celles qu'emploie M. Donner (p. 95), avec cette différence toutefois que le rail ne déborde pas sur la longrine, ce qui permet de ne pas laisser d'intervalle entre le pavé et la partie métallique.

La voie de Batavia, système Debergue, celle de Buenos-Ayres, système Livesey, ayant l'une et l'autre comme trait saillant des blocs métalliques rappelant la cloche de Greave, appartiennent à la seconde classe. C'est également dans celle-ci qu'il faut ranger la voie système Mathias dont nous allons dire quelques mots, parce que nous la croyons préférable dans beaucoup de cas aux voies actuellement en usage en France.

Le rail choisi par M. Mathias est le rail ordinaire à gorge. Il porte du côté du contre-rail une légère saillie comme celui de M. Degreef (pl. 7-8, fig. 4), et au-dessous de la base d'appui une nervure ou âme analogue à celle du rail représenté pl. 19-20, fig. 7.

Tout autre profil de rail pourrait être employé.

De distance en distance ($1^{m}50$), le rail repose sur des blocs en fonte ou en poterie dure, ayant la forme d'un tronc de pyramide à bases polygonales. Cette forme, déterminée par l'échantillon du pavé, est destinée à contrarier les joints et à multiplier ainsi les surfaces en contact, de manière que le bloc soit solidaire avec une dizaine de pavés.

Le rail est maintenu sur le bloc d'un côté par la saillie qui se loge dans une rainure ménagée à cet effet, et de l'autre par un coin en fer ou en bois, suivant que le support est en fonte ou en poterie.

Le parallélisme des fils de rails est assuré par une en-

tretoise en fer méplat terminé par deux tiges cylindriques ou en fer rond taraudé à l'une de ses extrémités. On compte quatre entretoises par rail de 6 mètres, mais l'inventeur pense que deux suffiront.

Les rails sont reliés entre eux par des éclisses boulonnées faites d'une seule pièce, et qui, passant sous l'âme, jouent le rôle d'étrier.

L'about des rails peut correspondre au bloc ou rester en porte à faux.

En supprimant les supports continus il faut augmenter le poids des rails, afin de leur donner une résistance équivalente à celle qu'ils auraient s'ils étaient soutenus. M. Mathias prenant pour étude une ligne de circulation moyenne, évalue le poids à donner au rail à 28 kilog. Les blocs en poterie, ayant une résistance au moins égale à celle du pavé ordinaire, pèseront 30 kilog. et reviendront à 7 fr. les 100 kilog. Les blocs en fonte coûteraient pour le même poids environ 16 fr.

Le devis de 6 mètres de voie simple peut dès lors être établi comme suit dans les deux hypothèses, en prenant pour base la série de prix donnée page 164 du *Manuel de la Construction* :

2 rails de 28k au mètre .	336k . .	84fr	»
2 éclisses de 4k l'une	8 . .	2	»
8 boulons de 0k 250	2 . .	2	10
4 entretoises de 4k l'une	16 .	12	»
8 blocs-supports à 30k	240 . .	16	80
8 coins en bois à [illegible] l'une		[illegible]	80
8 [illegible] entre le rail et le [illegible]		[illegible]	[illegible]
Pour 6 mètres		[illegible]	[illegible]
Soit par mètre		19	60

Ce prix se réduit à 18 fr. 60 en n'employant que deux entretoises, et il s'élève à 23 fr. 20 en remplaçant la poterie par de la fonte.

La pose de la voie Mathias ne coûte que 17 fr. 50 au lieu de 24 fr. 75 (voir p. 160, *Manuel de la Construction)*, parce qu'il y a moins de fouilles, moins de démolitions, et qu'en outre un bloc tient au moins la place de quatre pavés.

Ce système n'ayant pas encore été expérimenté, on semble redouter le glissement des chevaux sur les blocs. Si on emploie la poterie cette crainte est illusoire. Avec la fonte striée, recouverte de poussière ou de boue, comme le sont les bouches d'égouts des chaussées, les conditions ne sont pas plus mauvaises qu'avec les pavés de porphyre. Nous avons vu qu'en Amérique le pavage entre rails est souvent formé de pavés en fonte, et que le tirage n'en souffre pas.

En résumé, le système Mathias, avec les blocs en fonte, introduit par kilomètre de voie simple de plus que le système ordinaire :

20,000^{kg} acier.
40,000 fonte.

60 tonnes de métal remplacent 60 stères de bois représentant les longrines et les traverses de chêne.

En comptant le métal au prix moyen de 193 fr. les 1,000 kilog., et le chêne au prix de 180 fr. le mètre cube ; en faisant intervenir quelques petites économies de pose, il y a équilibre de prix, mais au bout de quelques années les 60 tonnes de métal valent encore la moitié au moins de leur valeur.

ville intéressée, avec la faculté de rétrocéder l'entreprise à des tiers.

Une décision préfectorale est insuffisante pour accorder la concession.

C'est au pouvoir souverain, à l'exclusion de toute autre autorité, qu'appartient le droit de concéder l'établissement des chemins de fer à traction de chevaux, tant sur les routes comprises dans le domaine de la grande voirie que sur les voies d'intérêt vicinal ou urbain.

L'Etat ne peut accorder à d'autres entreprises le droit de circuler sur les tramways déjà établis que la ville entendue.

Les concessionnaires ne peuvent émettre d'obligations sans l'autorisation du ministère des travaux publics, et pour une somme supérieure au capital actions qui doit être fixé à la moitié.

Aucune émission d'obligations ne peut être faite avant le versement des 4/5 du capital actions et l'emploi des sommes versées en approvisionnements, travaux, etc.

Toutefois, les concessionnaires ont la faculté d'émettre des obligations après le versement du capital actions et l'emploi de plus de la moitié de ce capital, à la condition de verser les fonds à la Banque de France ou à la Caisse des Dépôts et Consignations, pour être mis à la disposition de la Compagnie sur l'avis du ministre des travaux publics.

DEUXIÈME PARTIE

EXPLOITATION

Les numéros des pages se réfèrent au *Manuel de l'Exploitation*, et ceux des planches et des figures à l'Atlas qui l'accompagne.

Matériel roulant (*p. 7.*)

Après avoir prôné dans ses rapports les avantages de la voiture américaine à plates-formes, la Cie des Tramways-Nord a adopté pour quelques-unes de ses lignes la voiture à impériale du Sud modifiée.

La contenance de ces nouveaux véhicules, actuellement en construction chez M. Thiébault, à Paris, sera de 16 places à l'intérieur, 18 places sur l'impériale et 12 places sur les plates-formes, en tout 46.

Ils seront montés sur châssis en fer et sur ressorts. Le diamètre des roues a été fixé à 85 centimètres, et l'écartement des essieux à 1^{m} 75. Le poids de ces voitures, au nombre de 37 dont 25 à impériale couverte, ne doit pas dépasser 2,500 kilogrammes.

Essieux et roues (*p. 19.*)

D'après quelques ingénieurs anglais, les roues folles n'ont leur raison d'être que lorsqu'elles sont montées sur des essieux non parallèles et prenant la direction des rayons des courbes.

Au reste, on les abandonne peu à peu en France, parce que l'on a reconnu que, si elles se comportent bien au début, elles ne tardent pas à être hors de service et que, dans tous les cas, elles donnent lieu à un grand entretien.

Eclairage (*p. 23.*)

Dans les voitures des Tramways-Sud et dans celles à impériale que les Tramways-Nord font construire, on place une lampe au milieu de l'intérieur et deux lanternes à l'extérieur pour éclairer la voie.

Voiture-Tramway des Omnibus de Paris (*p. 38.*)

Sur la nouvelle ligne du cimetière de Saint-Ouen à la Bastille où l'on rencontre dans la moitié du parcours une suite de rampes et de pentes, les voitures-tramways des Omnibus sont attelées de 4 chevaux. Leur menage ne présente pas de difficulté grâce à la position élevée qu'occupe le siége du cocher.

Des expériences dynamométriques faites au mois de décembre 1877 par la Cie générale des Omnibus de Paris, il résulte : que sur les voies de tramways frayées (La *Villette-Etoile*) le travail moyen par cheval est de 120

kilogramètres, et que sur les voies neuves (Est-Montrouge) il s'élève à 168 kilogrammètres ; que la force nécessaire pour la traction des tramways hors rails est excessive, et que l'instrument qui a servi aux expériences, et qui avait pour limite 600 kilg., n'a pu l'indiquer.

Systèmes Eade et Cleminson.

Depuis que les tramways se sont développés en Europe, on a essayé à différentes reprises de modifier le car américain.

Nous n'entreprendrons pas de décrire ici tout ce qui a été tenté dans ce genre ; les bornes de cet ouvrage ne le permettent pas. Nous nous contenterons de dire quelques mots du car de M. Eade et de celui de M. Cleminson qui sont employés l'un et l'autre sur quelques tramways anglais.

Un des inconvénients du car américain est de ne pouvoir être retourné qu'à l'aide de plaques tournantes ou de raquettes. Faute de l'un ou l'autre de ces appareils il n'est pas possible d'employer des voitures non symétriques. M. Eade a tourné la difficulté en faisant pivoter la caisse autour du châssis qui forme une partie entièrement indépendante du véhicule. Le cocher, placé sur un siége analogue à celui des omnibus, rend la rotation possible à l'aide d'un déclanchement, et les chevaux font faire à la caisse une demi révolution autour du châssis qui joue ici le rôle d'une plaque tournante.

Cette disposition, que M. Stephenson a appliquée à quelques-uns de ses cars, surélève la caisse, et nécessite une *plus grande hauteur* des marchepieds.

Les voitures de M. Lade employées sur les tramways de Salford sont à impériale et peuvent recevoir 34 voyageurs. Comme les tramways-omnibus de Paris, elles ont deux roues folles. Leur poids ne dépasse pas, dit-on, 1,720 kilogrammes, soit 50 kilogrammes par voyageur. Cette grande légèreté est due à une réduction notable du diamètre des essieux et de l'épaisseur des brancards, ainsi qu'à l'emploi de roues en bois. On attribue à ces voitures une économie de 30 0/0 dans les dépenses de la traction.

Le système de M. Cleminson diffère essentiellement de celui de M. Lade. La caisse repose sur trois trains indépendants dont les deux extrêmes pivotent et s'inscrivent dans les courbes suivant le rayon. Celui du milieu a simplement un jeu transversal. Les trois trains sont reliés par des flèches disposées de manière à maintenir le parallélisme des essieux quand ils sont en ligne droite.

Les voitures à six roues se prêtent mieux que les autres à l'emploi des trains convergents. L'essieu du milieu offre pour ainsi dire un point d'appui pour régler les mouvements des essieux extrêmes.

Le système de M. Cleminson a été appliqué à plusieurs voitures et wagons du chemin de fer de Londres, Chatam et Douvres.

Des cars construits sur ce principe sont en service à Dublin et sur quelques autres tramways. Ils contiennent 38 places, et leur poids est de 2,280 kilog., soit environ 60 kilog. par voyageur.

Nombre de voitures nécessaires à l'exploitation (*p. 43.*)

Si on représente par *l* la longueur de la ligne, par *v* la vitesse d'une voiture par heure et par *d* le nombre des départs, le nombre *n* des cars nécessaires pour faire le service est donné par la formule :

$$n = \frac{l \times d}{v}$$

Cavalerie et Traction. Nombre de chevaux par car (*p. 57.*)

Le parcours des fortes rampes de Bruxelles ne se fait plus qu'avec 3 chevaux au lieu de 4.

Attellement (*p. 65.*)

Les chevaux de renfort des lignes de Pantin et d'Aubervilliers des Tramways-Nord sont attelés aujourd'hui sur le côté.

Moteurs mécaniques (*p. 180.*)

MM. Merrywheater ont créé, comme nous l'avons dit, un type de locomotive pour tramway dont la puissance et le poids varient suivant le travail qu'elles sont appelées à faire. Ces machines sont construites d'après trois modèles dont voici les dimensions principales :

		Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
Diamètre des cylindres		152 mm	177 mm	202 mm
Course des pistons		228	279	304
Diamètre des roues		609	609	609
Poids de la machine	à vide	3t 1/2	5t 4	6t 1/2
	en charge	4	6 à 6 1/2	7 1/2 à 8
Pression		8at	8at	8at

Les machines du modèle 1 remorquent, d'après M. Kinnear Clark, un car pesant 7 tonnes sur une rampe de 33 millimètres.

Les machines du modèle 2 remorquent le même poids sur une rampe de 55 millimètres, ou deux cars pesant 14 tonnes sur une rampe de 33 millimètres.

Les machines du modèle 3 remorquent deux cars pesant 14 tonnes sur une rampe de 62 millimètres, ou trois cars pesant 21 tonnes sur une rampe de 50 millimètres.

Les locomotives de la ligne de Montparnasse, celles de Rouen et de Barcelone dont la voie n'a qu'un mètre, appartiennent au modèle 1 ; celles de Saint-Mandé à la Bastille au modèle 2, et celles des tramways de Cassel au modèle 3.

M. Kinnear Clark auquel on doit, dit-on, les plans de la machine Merrywheater, assure que les locomotives de la ligne de Montparnasse ne brûlaient que 250 kilog. pour un parcours journalier de 160 kilomètres, ce qui donne une consommation moyenne de *1 kilog. 56 par kilomètre*. Il y a loin de ces chiffres à ceux que nous avons donnés et dont l'exactitude nous est garantie. Il est vrai que les machines en question ont subi d'importantes modifications, et que la vapeur d'échappement au lieu d'être envoyée sur le foyer, ainsi que cela avait lieu au début, est condensée au moyen de l'eau froide. Mais malgré l'économie qui doit résulter de cette disposition nous avons de la peine à admettre que les machines Merrywheater dépensent moins que leurs similaires dont la consommation par kilomètre est au moins de 2 kilo*grammes 50*.

Aux locomotives à vapeur pour tramways que nous avons décrites dans le courant de cet ouvrage, il faut ajouter une machine de Saint-Léonard, système Waessen, avec train Bissel et cheville ouvrière intérieure, et une petite locomotive construite par M. Tilkin-Mention, de Liège, pour le compte de la Société anonyme de traction mécanique, d'Aulnoye-lès-Berlaimont (Nord). Ce dernier remorqueur essayé sur la ligne de Saint-Denis (T. N.) a donné de bons résultats.

Ces deux locomotives font partie de l'Exposition.

Machine sans feu (*p. 198.*)

M. L. Francq a modifié la machine sans feu américaine. Quatre locomotives de son système ont été construites par la maison Cail, et l'une d'elle fonctionne sur le chemin de fer de Rueil à Port-Marly. Cette expérience aux portes de Paris ne peut manquer d'être intéressante. Elle permettra de juger de la valeur pratique d'une machine dont le principe a été vivement critiqué en Angleterre.

Système Mékarski (*p. 209.*)

Le moteur Mékarski va être appliqué sous forme de voitures automobiles à l'exploitation des tramways de Nantes actuellement en construction, et sous forme de locomotives à celle de la ligne de Saint-Denis à la Madeleine appartenant à la Cie des Tramways-Nord de Paris.

Les deux modèles figurent dans la classe 64 de l'Exposition.

Nous avons décrit la voiture automobile. Quant au locomoteur, il affecte la forme ordinaire d'un petit car à une seule plate-forme. L'intérieur contient l'approvisionnement d'air, et la plate-forme supporte la bouillotte et ses accessoires. Ses cylindres et la transmission occupent la même place que dans la voiture automobile. Le poids du locomoteur est de $6^t\ 1/2$.

Chemins de fer sur routes.
Dévers et jeu de la voie (*p. 227.*)

M. Ledoux estime que pour les courbes au-dessous de 100 mètres le surécartement de la voie doit être au moins de 15 millimètres. C'est celui qui a été adopté pour la petite ligne de Villiers-le-Bel appartenant à la *Société des chemins de fer sur routes*, et on s'en est bien trouvé.

Quant au dévers, la formule des grandes compagnies donne

$$d = \frac{V}{R}$$

Pour des rayons de 40 mètres et des vitesses de 5 kilomètres on a

$$d = \frac{5}{40} = 0^m125$$

Pour des vitesses de 10 kilomètres on aurait 0^m250.

On peut donc dire qu'en passant au pas les courbes de 40 mètres et au-dessous, ou en les franchissant à la vitesse de 10 kilomètres, le dévers doit être de

$$\frac{0^m125 + 0^m250}{2} = 0^m167$$

Au chemin de fer d'Ergastiria à la voie de 1 mètre,

M. Ledoux a définitivement adopté le chiffre de 0m160 qui a donné de bons résultats.

Inclinaison des rails *(p. 228.)*

Avec des roues indépendantes l'inclinaison de 1/20 donnée généralement à la voie serait plus nuisible qu'utile.

Largeur de la voie *(p. 230.)*

Plusieurs ingénieurs de chemins de fer qui se sont occupés de cette question importante de la largeur de la voie pour les lignes économiques, préconisent l'écartement de 0m75. M. Faliès, directeur du chemin de fer de Mamers à Saint-Calais, a publié à ce sujet une brochure intéressante.

Sans admettre d'une manière absolue la voie de 0m75, nous croyons qu'on peut y avoir recours toutes les fois que le trafic ne doit pas dépasser 2,000 à 2,500 fr. par kilomètre, et que des considérations économiques obligent le constructeur à accepter les routes et les traversées de villages telles qu'elles sont.

Pose de la voie sur les routes *(p. 238.)*

La disposition de la voie de Tavaux-Pontséricourt a été cependant autorisée pour la petite ligne de Villiers-le-Bel dont nous avons parlé plus haut, et qui est établie entre la station du chemin de fer du Nord et le village de ce nom, sur un chemin vicinal.

En plaçant *la voie ferrée* en saillie sur l'accotement, on

l'isole de la circulation du roulage, ce qui permet de dégager légèrement le champignon des rails à l'extérieur de la voie. On se rapproche ainsi de la disposition des chemins de fer ordinaires, et on facilite l'écoulement des eaux en donnant à droite et à gauche de la voie une certaine inclinaison à l'accotement.

Accessoires de la voie (*p. 240.*)

Les plaques tournantes en fonte du chemin de fer d'Ergastiria ont un diamètre de 2m25. Elles pèsent 2,500 kg., et ont coûté rendues à Marseille 1,068 fr. 75.

Sur cette petite ligne les pointes de croisement sont formées de deux bouts de rails assemblés par trois boulons suivant deux parties dressées.

Matériel roulant des chemins de fer sur routes. (*p. 242.*)

Le matériel de transport de la ligne de Villiers-le-Bel est à roues indépendantes et à essieux convergents suivant un brevet qui est la propriété de la *Société des chemins de fer sur routes*. Son passage dans les courbes de 30 mètres se fait sans la moindre difficulté, quoiqu'il y ait souvent plusieurs voitures attelées à la machine.

On a pu, en opérant la convergence des essieux, porter leur écartement à 2m40, ce qui donne aux voitures une grande stabilité et une grande douceur de roulement.

Chemin de fer agricole (*p. 271.*)

Un petit chemin de fer agricole qui mérite d'être cité est celui qui réunit Ocholt à Westersede, dans le duché

d'Oldenbourg. Quoique ces deux localités soient des stations de chemins de fer à grande voie, la ligne qui nous occupe n'est qu'à l'écartement de 0m75.

Sa longueur est de 7 kilomètres environ.

Le pays qu'elle traverse n'a ni population, ni industrie. On compte à peine 11 habitants par mille carré. Le village de Westersede, qui est la localité la plus importante, n'a que 1,700 âmes, et la seule station intermédiaire est une maison de garde dans les bois que traverse la ligne.

La ligne est tantôt à travers champs, tantôt sur la route. Le pays étant plat, il n'y a eu que peu de terrassements à faire. Les déclivités y sont presque nulles. Le rayon des courbes varie de 60 à 125 mètres; à l'embranchement il descend à 22 mètres.

Le rail employé est le rail Vignoles pesant 13 kilog., porté sur des traverses ayant $1^m30 \times 0^m20 \times 0^m10$, et espacés de 0^m61.

Les pointes d'aiguilles sont en acier, et les croisements sont formés par des rails taillés en biseau.

Les bâtiments sont des plus simples. La ligne s'arrête à Westersede devant un hôtel où le propriétaire a fait construire une salle d'attente pour les voyageurs. A Ocholt, on se sert de la station de la grande ligne.

Les hangards sont en plein champ à l'extrémité des villages, ainsi que les voies de croisement. C'est la grande ligne qui se charge du transbordement. Des voies parallèles à celles de l'embranchement, mais à un niveau plus bas, permettent de faire affleurer les planchers des wagons.

Le matériel de traction comprend 2 machines à 4 roues, à écartement *de 1^m52, pesant* 7^t 1/2 en charge. Trois

voitures ayant près de 9 mètres de long et pesant 5 tonnes, reçoivent 6 voyageurs de deuxième classe et 22 de troisième, en tout 28. Elles ont la forme d'un omnibus, avec compartiment au milieu pour les bagages. Chaque véhicule a un tampon d'un côté et une chaîne d'attelage de l'autre. Ils sont placés dans le train de manière à ne pas être tournés. Les plaques tournantes font défaut, les manœuvres se faisant à l'aiguille.

Le service comprend 4 trains par jour dans chaque sens. La vitesse est de 21 kilomètres à l'heure.

Le capital a été fixé à 280,000 francs, ce qui représente 40,000 francs par kilomètre. L'exploitation commerciale appartient au gouvernement.

Le personnel des trains ne comprenant qu'un mécanicien et un conducteur, les dépenses journalières sont peu élevées. Elles se décomposent comme suit :

Gages.	16fr 25
Charbon.	7 50
Entretien, etc..	12 50
TOTAL.	36fr 25

Les recettes sont de 60 fr. par jour, ou de 3,000 fr. environ par kilomètre. Il reste donc comme excédant, 23 fr. 75 par jour ou 8,668 fr. 75 par an. L'intérêt des obligations exige 7,295 fr. ; on voit que leur service est assuré.

FIN DU SUPPLÉMENT

TABLE DU SUPPLÉMENT

PREMIÈRE PARTIE

CONSTRUCTION

DEUXIÈME PARTIE

EXPLOITATION

TABLE DU SUPPLÉMENT (suite)

FIN DE LA TABLE DU SUPPLÉMENT

VICHY. — IMPRIMERIE C. BOUGAREL, RUE LUCAS

INTRODUCTION

Nous avons, dans le ***Manuel de la Construction des Chemins de fer des Rues***, décrit les différents systèmes de voie employés tant en France qu'à l'étranger.

Les devis que nous avons donnés à la fin de l'ouvrage, permettent de déterminer très-approximativement le prix de revient de la voie d'un tramway.

Ces renseignements doivent être complétés par ceux qui concernent le Matériel Roulant et les Chevaux. Il faut que l'auteur d'un projet de tramway puisse choisir le genre de voiture qui convient le mieux à son exploitation; qu'il soit à même d'en connaître le prix et d'en déterminer le nombre, ainsi que celui des chevaux nécessaires à la traction.

Nous avons consacré la Première Partie de cet ouvrage à l'étude de ces deux éléments importants des Chemins de fer des Rues.

La Deuxième comprend tout ce qui est relatif à l'organisation de l'Exploitation, aux attributions du Person-

nel (chefs de dépôt, d'atelier, de station, etc), au Mouvement, à la Perception et au Contrôle, au Nettoyage et à l'Entretien des Voies.

Dans la Troisième nous avons réuni tous les essais sérieux de Moteurs Mécaniques faits jusqu'à ce jour.

La Quatrième est consacrée aux Chemins de fer sur Routes, et aux Voies ferrées économiques construites pour un faible trafic ou pour le service des usines.

Enfin, dans la Cinquième et Dernière partie, nous donnons la Classification des Recettes et des Dépenses de l'Exploitation, la Composition du Capital, et le Rendement de plusieurs Tramways.

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

MATÉRIEL ROULANT

1. *Division des voitures de tramways en deux classes.* — De toutes les parties que comprend l'exploitation d'un tramway, celle qui a été la plus étudiée par les hommes spéciaux, est, sans contredit, la voiture.

Trouver un véhicule qui soit à la fois solide et léger, et qui réunisse toutes les conditions désirables de sécurité, de commodité et d'élégance, est un problème dont la solution présentait plus de difficultés que ne le croit généralement le public.

La voiture de tramway, telle qu'elle est adoptée aujourd'hui par la plupart des compagnies, participe à la fois du wagon de chemin de fer et de l'omnibus.

Elle est, comme le premier, portée sur des essieux qui conservent toujours leur parallélisme; mais quand

on veut la faire rouler sur la chaussée, on lui donn[e], comme au second, un avant-train mobile qui modifie [s]a disposition.

De là, deux classes bien distinctes de voitures [d]e tramways:

L'une qui comprend les types divers de véhicul[es] dits *indéraillables*, et l'autre qui se compose des véh[i]cules dits *déraillables*.

Ceux de la première classe sont les plus no[m]breux.

On a construit des cars à impériale, avec ou plates-formes, et des cars sans impériale avec un deux plates-formes. Ce dernier modèle est le plu[s] ployé.

Les voitures qui appartiennent au système dé ble ne sont guère en usage qu'à Paris, sur les lign[es] Compagnie générale des Omnibus, à Copenha Liverpool, et sur quelques tramways sans imp de l'étranger.

Elles sont le plus souvent à impériale, et soit possible de les retourner en leur faisa les rails, on emploie généralement pour cett vre des plaques tournantes ou des courb quette.

2. *Système indéraillable à impériale.* — S mières lignes de tramways construites aux E se servait quelquefois de cars à impériale indéraillable.

Ces véhicules circulèrent pendant quel Philadelphie et à New-York. La plupart la forme symétrique, mais leur disp

telle qu'ils pouvaient indifféremment marcher dans les deux sens. A l'avant se trouvait une plate-forme où se tenait le cocher, et où prenaient place quelques voyageurs. A l'arrière un double escalier conduisait à l'impériale. Une tente légère couvrait le haut de la voiture.

A l'arrivée au terminus de la ligne on attelait les chevaux du côté de la plate-forme qui portait l'escalier. Les voyageurs d'intérieur entraient par l'arrière, et ceux d'impériale par l'avant.

Ces voitures ne firent pas un long service.

« Je me souviens, dit M. Greenough, dans sa bro-
« chure sur les tramways de Bordeaux, qu'au début des
« tramways aux États-Unis, et notamment à New-
« York, parmi les voitures qu'on employait, il s'en trou-
« vait qui avaient des impériales avec la classification
« des voyageurs; mais leur incommodité devint bientôt
« si manifeste que ces voitures disparurent peu de
« temps après, et depuis on n'a jamais tenté de les
« rétablir. »

3. *Objections contre l'impériale. Opinion de M. Stephenson.* — M. Stephenson, le célèbre constructeur de New-York, qui a livré des voitures aux tramways du monde entier, exprimait la même opinion dans une lettre qu'il écrivait à l'une de nos Compagnies :

« Ce n'est pas, dit-il, en parlant des voitures à
« impériale, que nous n'en ayons fait et que nous n'en
« fassions encore, mais nous en détournons nos clients.
« Nous voyons les compagnies sans expérience qui
« débutent par l'impériale, y renoncer invariable-
« ment. »

Et plus loin :

« Quoique dans l'Amérique du Sud les tramways « soient depuis peu en exploitation, on y a appris ces « vérités par une coûteuse expérience. »

Les premières voitures construites par MM. Stephenson et C[ie] pour les tramways de Valparaiso, étaient à impériale. Elles se rapprochaient de la forme des omnibus des voies ferrées de Versailles avec cette différence, toutefois, que l'avant-train était fixe. La plate-forme d'avant avait été supprimée, et le siége du cocher était placé sur le haut de la caisse. D'après M. Gore, l'ingénieur qui a construit ces tramways, ces voitures portant 34 voyageurs passaient dans des courbes de 10 à 12 mètres, et gravissaient avec deux chevaux des rampes de 4 centim. par mètre, où se trouvaient deux courbes en S avec rayon de 10 mètres. On les tournait sur des plaques-tournantes. Ce modèle paraît abandonné aujourd'hui, et à Buenos-Ayres, au Brésil, à la Havane, au Mexique, on ne se sert plus que de cars sans impériale.

Il en est tout autrement en Angleterre; mais ceux qui connaissent les goûts du peuple anglais ne doivent pas en être surpris. De tout temps les voitures publiques dans ce pays ont porté la plus grande partie de leurs voyageurs sur l'impériale. Si les tramways avaient essayé de changer les habitudes de la population, il est probable qu'ils auraient été délaissés. En Belgique où la même raison n'existait pas, on a pris le car à double plate-forme, excepté sur la ligne du Bois de la Cambre construite par des Anglais. Mais depuis qu'elle est devenue la propriété d'une compagnie belge, on a rem-

placé les voitures à impériale par des cars du type américain.

A Vienne, à Constantinople, à Francfort, on a commencé par les voitures à impériale, et on les a peu à peu mises de côté.

Au début des tramways du Havre, on mettait en circulation les jours de fêtes deux voitures à impériale construites par les ateliers de la Compagnie française de Matériel de Chemins de fer, à Ivry, près Paris, dirigés par M. Bonnefond. On a dû y renoncer après quelques mois d'expérience et les transformer en voitures à plates-formes. A Nancy, à Marseille, à Lille, le car du type américain est le seul employé. La Compagnie des Tramways-Nord de Paris a adopté le même modèle, tandis que celle des Tramways-Sud a choisi le type anglais.

De l'avis des hommes spéciaux ce type de véhicule ne convient pas aux lignes à profil accidenté. C'est une des raisons qui ont engagé la Compagnie des Tramways de Vienne à ne plus s'en servir.

« Quand l'impériale est chargée, dit M. Stephenson,
« et que le cocher dans une descente un peu raide, fait
« effort pour arrêter rapidement, il s'attaque au bas des
« roues au moyen du frein, et alors le poids de l'impé-
« riale faisant levier lance les voyageurs en avant. »

Parmi les inconvénients que M. Stephenson reproche à la voiture à impériale, il faut citer la lenteur de sa marche.

« Les lourds véhicules, dit le constructeur améri-
« cain, s'arrêtent et se remettent plus difficilement en
« marche; leur mouvement est plus lent. En outre,

« trop d'arrêts pour faire monter ou descendre les « voyageurs; de là, durée plus longue du trajet. »

Avec la voiture à impériale, il est difficile d'avoir des cars régulièrement espacés. Si le reproche qu'adresse M. Stephenson aux véhicules de ce genre, est fondé aux Etats-Unis où l'on peut descendre et monter par les deux bouts de la voiture, combien ne l'est-il pas chez nous, où une seule issue est ouverte aux 44 ou aux 48 voyageurs que porte le véhicule! On peut se rendre compte sur la ligne des boulevards extérieurs de Paris, de la difficulté qu'éprouvent les contrôleurs et les conducteurs à reconnaître aux stations de passage le nombre des places disponibles. Aussi, n'est-il pas rare de voir deux ou trois voitures suivant la même voie, arrêtées à une station. Voici ce que dit à ce propos M. Deligny, membre du Conseil Municipal de Paris, dans son Rapport sur les Tramways :

« Les grandes voitures diminuent la fréquence des « départs et augmentent pour le public ce temps perdu « dans l'attente; aussi, dans les pays où la taxe fixe par « voiture n'est pas appliquée, les entreprises elles-« mêmes sont arrivées à abandonner les grandes voi-« tures et à les remplacer par des voitures légères, « remorquées par une cavalerie légère. Le public et les « entreprises y ont gagné, le public de ne pas attendre, « les entrepreneurs de faire un trafic plus considé-« rable. »

Toutes les fois qu'on a voulu sur la ligne de l'Etoile intercaler au milieu des cars ordinaires des voitures à impériale, des retards n'ont pas tardé à se produire, et tout le service s'en est ressenti.

Sur les lignes à simple voie, il n'est pas pas possible de compter sur des croisements réguliers avec des voitures à impériale. A Liége, où l'on employait au début des voitures de ce modèle, l'exploitation n'est devenue fructueuse que le jour où on a remplacé ces lourds véhicules par de petits cars à un cheval.

« Les voitures à impériale, dit encore M. Stephen-
« son, sont d'un roulage plus dur ; le poids de l'impé-
« riale réagit à chaque secousse ou inégalité des
« rails. »

Sur les voies usées ou mal entretenues, le roulement de la voiture à impériale est une cause de fatigue pour les voyageurs.

Lorsqu'il pleut, l'impériale manque son but. Elle devient inutile au moment où les voyageurs devenus plus nombreux, il faudrait multiplier les places.

On accuse les voitures à impériale d'être lourdes. Ce reproche n'est pas toujours fondé.

On construit aujourd'hui des voitures pouvant contenir 48 voyageurs, et qui ne pèsent à vide que 2,300 kilog., tandis que le poids de la voiture de Vienne appartenant aux Tramways-Nord, et qui ne porte que 32 voyageurs, s'élève à 2,700 kilog. Dans le premier cas le poids mort par voyageur, y compris le personnel, est de 46 kilog. tandis que dans le second il est de 85 kilog., c'est-à-dire, près du double.

Cet écart considérable est facile à expliquer.

En Autriche, comme en Amérique, on accepte dans les voitures autant de voyageurs qu'elles peuvent en contenir. Il n'est pas rare à Vienne de voir 60 personnes dans un car *qui ne* doit en contenir que 24.

Le matériel est construit en vue de cet excédant de chargement.

4. *Nécessité de l'impériale dans certains cas.* — Il est des cas, cependant, où la voiture à impériale est nécessaire : c'est lorsqu'il s'agit, par exemple, de substituer une ligne de tramway à un service d'omnibus insuffisant. Remplacer des voitures qui contiennent de 26 à 28 voyageurs par des cars à 34 places, ne serait pas une amélioration bien sensible, même en augmentant les départs. Il est à Paris et à Londres des lignes où en faisant passer toutes les 2 minutes des voitures de cette contenance, on n'arriverait pas à donner satisfaction au public. M. Malézieux dit à propos du trafic de la 3me Avenue, de New-York : « Mais, en fait, les départs « ont lieu de minute en minute pendant la plus grande « partie de la journée, et l'intervalle est réduit à 3/4 « de minute au moment de la poussée du soir. Cette « ligne transporte à elle seule 25 millions de voyageurs « par an. »

Elle ne pourrait pas faire face à un mouvement aussi considérable avec les cars à 22 places qu'elle emploie, si l'on n'admettait pas souvent, dans l'intérieur et sur les plates-formes, plus du double de voyageurs.

Pour transporter à Paris autant de monde dans les voitures du type américain, en donnant à chacun l'espace fixé par les règlements de police, il faudrait que la caisse eût 6 mètres, et chaque plate-forme 1 m. 20, soit ensemble 8 m. 40 de longueur. L'écartement des essieux devrait atteindre 2 m. 50 afin d'éviter un porte-à-faux trop saillant aux extrémités. Une pareille voiture serait incommode pour le service, et il y

a peu de tramways où elle pourrait circuler facilement.

Mais si, en France, la voiture à impériale est préférable dans les cas exceptionnels que nous venons de citer, il faut se garder de l'employer toutes les fois que l'on peut s'en dispenser.

5. *Cars américains à un cheval.* — M. Stephenson construit des petits cars à un cheval (Pl. 13-14, fig. 1), qui ne contiennent que 10 voyageurs assis, et qui n'ont qu'une plate-forme à l'avant où le public n'est pas admis.

Le cocher conduit debout sur la plate-forme, qui est circulaire et complétement fermée. Cette disposition ne serait pas goûtée en France, car elle proscrit la classe nombreuse des fumeurs.

Le car de Stephenson a $2^{m},43$ de longueur et $1^{m},98$ de largeur. Son poids à vide est d'environ 907 kilog. Avec 10 voyageurs et le cocher il atteint 1,622 kilog.

Sur palier ces voitures peuvent être traînées facilement par un cheval de force moyenne, mais nous avons de la peine à admettre, ainsi que le prétend M. Stephenson, qu'on puisse leur faire gravir sans renfort des pentes de 7 pour cent. Un pareil travail supposerait de la part du cheval un effort constant de près de 130 kilogrammes.

Or, l'expérience a depuis longtemps démontré qu'on ne peut exiger d'un cheval de tramway un semblable effort, du moins pendant un certain temps.

M. Stephenson construit également pour être traînées par un cheval des voitures (Pl. 13-14 fig. 2) à 18 places assises, pesant à vide 1,541 kilogrammes. Leur longueur

est de 4 m. 25 et leur largeur de 2 m. 13. Ce constructeur recommande de ne les faire circuler que sur des lignes en palier ou dont l'inclinaison ne dépasse pas 20 millim. par mètre.

6. *Voiture-type pour tramways.* — Ce modèle agrandi et pourvu d'une plate-forme à chaque extrémité, est devenu aujourd'hui la voiture-type de tramway employée en Amérique et en Europe, partout où il y a des cars traînés par un cheval.

Les détails peuvent différer suivant les pays, mais la disposition est partout la même; car elle est le résultat de laborieuses études et d'une longue expérience. C'est la seule qui permette de satisfaire à la première condition des tramways : *avoir des départs aussi fréquents que possible.*

« Partout où la concurrence s'est établie entre la « voiture à deux chevaux et celle à un cheval, dit « M. Stephenson, cette dernière l'a emporté. » Il faut pour cela des lignes en palier et des courbes de grands rayons; mais quand ces deux conditions ne se trouvent pas réunies, on est obligé d'employer deux petits chevaux.

7. *Voitures de la Compagnie Française de Matériel de Chemins de fer* (système Bonnefond). — M. Bonnefond est le premier qui ait construit en France des voitures du type américain. En 1866, ses ateliers fabriquaient les cars des tramways de Batavia. Ceux du Havre, de Nancy, et une partie de ceux de Lille, sortent également de l'établissement d'Ivry. Toutes ces voitures peuvent être facilement attelées d'un cheval.

M. Bonnefond a livré au Réseau Nord des voitures

d'un modèle un peu plus grand, semblables à celles qu'il a faites pour Amsterdam, où on ne les attelle que d'un cheval ; mais à Paris, à cause des rampes, on emploie deux chevaux de taille moyenne.

Nous avons eu l'occasion d'apprécier à Lille le mérite des voitures fournies par les ateliers d'Ivry. Leur bonne disposition, leur légèreté, leur roulement facile, les rendent précieuses pour l'exploitation des chemins de fer des rues. Nous n'hésitons pas à les prendre pour type de cette étude sur le matériel roulant des tramways.

8. *Modèle du Havre et de Lille.* — La voiture Bonnefond, modèle du Havre et de Lille, est divisée en deux compartiments. La gravure placée en tête de l'Atlas du *Manuel de la Construction* en donne la disposition. Elle peut recevoir à l'intérieur 16 voyageurs, soit 8 de chaque classe, et 14 de plates-formes, en tout 30 voyageurs non compris le cocher et le conducteur. Celles qui ont été livrées à Lille pesaient 1,500 kilogrammes, c'est-à-dire, un peu moins que la voiture à 18 places de Stephenson. Ce sont les plus légères et les plus roulantes pour un cheval attelé seul, que possède la Compagnie des tramways de Lille, quoiqu'elles contiennent le même nombre de voyageurs que les autres.

9. *Châssis.* — La caisse repose sur un cadre formé de deux brancards qui sont reliés par deux traverses de tête, et maintenus à l'écartement par des traverses intermédiaires.

Les pieds corniers et les pieds de baie de côté sont recourbés à partir du *panneau* de brisement pour for-

mer la cave. Ils pénètrent dans les brancards avec lesquels ils sont assemblés.

Le plancher est posé directement sur les traverses, laissant de chaque côté deux ouvertures recouvertes d'un tambour pour laisser pénétrer les roues dans la caisse.

Un parachoc de 4 centimètres de saillie sépare le panneau de brisement de la cave.

10. *Ventilateurs.* — Dans le haut du pavillon sont ménagées sur les côtés des ouvertures fermées par des châssis mobiles à la portée des voyageurs, et qui remplissent l'office de ventilateurs.

A chaque extrémité de la caisse, au-dessus de la porte et débouchant sous l'auvent des plates-formes, se trouvent également deux ouvertures fermées de la même manière, qui concourent avec les ventilateurs de côté à entretenir dans la voiture une aération constante.

Quelques constructeurs suppriment les ventilateurs latéraux, et ne maintiennent que ceux des extrémités. Cette suppression a le grave inconvénient, par les grandes chaleurs qui souvent ne permettent pas de baisser les glaces de côté, de ne laisser à la caisse qu'une ventilation insuffisante.

11. *Glaces.* — Dans les voitures du Havre et de Lille dont les glaces sont fixes, les ventilateurs de côté sont indispensables.

Cette disposition de glaces fixes, que la préfecture de police n'admet pas à Paris, se retrouve dans la plupart des cars des Etats-Unis, de l'Angleterre et de la Belgique. Dans les voitures des Tramways-Nord les glaces

sont mobiles, et les ouvertures au nombre de six, tandis que l'on n'en compte que quatre dans les cars du Havre et de Lille.

12. *Plates-formes.* — Les plates-formes sont formées de pièces d'encorbellement placées sur les côtés, avec pièces intermédiaires, le tout assemblé avec la traverse cintrée des bouts. Elles sont fixées à la caisse par des brides. La traverse de tête de la caisse et la traverse cintrée maintiennent à l'écartement les pièces d'encorbellement sur lesquelles on fixe le plancher. Sur la traverse de tête de chaque plate-forme est monté un tablier en tôle, qui porte sur l'un des côtés deux douilles pour maintenir la tige du frein. Cette dernière reçoit à son extrémité inférieure le bout de la chaîne du frein, et un peu plus haut, une roue à rochet dont l'encliquetage est placé à l'intérieur du tablier.

La tige du frein est surmontée d'une manivelle.

13. *Détails des plates-formes.* — De chaque côté de la plate-forme est un marchepied en tôle.

Le marchepied joue un rôle important dans une voiture de tramway. Il doit être d'un accès facile, et offrir au pied un point d'appui qui ne lui permette pas de glisser. On pratique, à cet effet, dans la tôle, des striures ou des trous.

Les marchepieds des voitures du Réseau-Nord ne sont qu'à 30 centimètres du sol lorsque le car est vide. Leur largeur est de 26 centimètres, et leur longueur de 70 centimètres. Deux mains-montoirs descendant jusqu'au plancher et laissant entre elles une entrée de 70 centimètres, sont à la portée du voyageur et lui facilitent l'accès de la plate-forme. Les portes des terrasses

forment elles-mêmes, lorsqu'elles sont ouvertes, des mains-courantes qui font suite aux mains-montoirs.

Dans les voitures du Havre, comme, au reste, dans la plupart des voitures de tramways, les mains-montoirs s'arrêtent au parachoc; ce qui n'est pas suffisant.

L'auvent des voitures Bonnefond est incliné comme celui des wagons et des cars américains. Il est moins gracieux que l'auvent droit, mais il protége beaucoup mieux de la pluie et de la grêle lorsqu'elles fouettent contre l'avant de la plate-forme.

On reproche à tort au système de plates-formes indépendantes de la caisse, la différence de niveau qui existe entre le plancher du palier et celui de l'intérieur. Cette différence empêche l'eau de pénétrer dans la caisse, lorsque, par les fortes pluies, les voyageurs se réfugient sur la plate-forme d'arrière et que leur poids fait lever celle de l'avant.

14. *Détails de la caisse, portes, garniture, boiserie, rideaux, stores et persiennes.* — La communication entre la caisse et les plates-formes s'établit au moyen de portes à coulisse roulant dans le bas, et munies de galets dans le haut pour empêcher le coinçage.

Avec une seule entrée donnée au public, il est difficile d'obtenir de ces portes une fermeture complète après quelques mois de roulement de la voiture. Les allées et les venues des voyageurs qui traversent l'intérieur pour se rendre à la plate-forme d'avant, fatiguent et détériorent les meilleurs modes de fermeture. Sur les tramways où le public peut monter par l'avant, les portes résistent plus longtemps; et pour éviter de les ouvrir souvent et de créer ainsi des courants d'air

aux voyageurs de l'intérieur, les conducteurs, leur recette terminée, descendent de l'avant de la voiture en marche, et remontent par l'arrière.

La boiserie des voitures des Tramways-Nord est en acajou. Les dossiers et les coussins des siéges sont matelassés, le tout en drap bleu foncé comme aux Omnibus, avec cette différence, toutefois, que les galons au lieu d'être rouges sont d'un bleu plus clair. Le drap gris noisette est plus coquet, et s'harmonise mieux avec le ton des boiseries. A Lille, le dossier et les siéges des compartiments de première classe des voitures Bonnefond, sont en velours vert foncé. Les Anglais emploient beaucoup ce genre d'étoffe pour la garniture de leurs voitures publiques.

Sur beaucoup de lignes belges, le fonds des parcloses est à claire-voie, et les compartiments de première classe reçoivent seuls des coussins.

Lorsque la voiture est arrivée au bout de sa course, on change les coussins de compartiment, et la seconde classe devient la première. Les voyageurs de seconde classe étant assimilés à des voyageurs d'impériale, il nous paraît illogique de leur donner des coussins.

Les garnitures métalliques des voitures du Nord, telles que mains-courantes de plates-formes, supports de mains-courantes d'intérieur et plaques de serrures de porte, sont en nickel. Ce métal, plus facile à tenir propre que le cuivre, donne à la voiture une apparence plus riche.

Pour garantir du soleil les voyageurs de l'intérieur, les constructeurs emploient les rideaux, les stores et les persiennes.

Les rideaux ne se trouvent que dans les voitures peu soignées. Les stores sont plus élégants, mais lorsqu'on les fait en mérinos de couleur foncée, la nuance ne résiste pas longtemps aux rayons du soleil; elle blanchit et donne au store l'apparence d'une étoffe usée.

Les Omnibus de Paris et les Tramways-Sud ont adopté un genre de stores en toile grise, dont la nuance, heureusement trouvée, produit au-dessus du ton foncé de la caisse l'effet le plus coquet.

Les stores ont le défaut de se déranger facilement.

M. Bonnefond, à l'exemple de M. Stephenson et de la plupart des constructeurs américains et anglais, emploie de préférence les persiennes.

Dans les voitures à glaces fixes, comme dans celles à glaces mobiles, le haut des châssis de persiennes, qui ne peuvent se loger entièrement dans les coulisses à cause du peu de hauteur du panneau de brisement, dépasse légèrement la traverse de dossier et protége ainsi le bas des glaces.

15. *Panneaux.* — Les panneaux de la voiture Bonnefond sont en bois au lieu d'être en tôle. Appliqués avec beaucoup de soin, et suivant un procédé particulier aux ateliers d'Ivry, ces panneaux sont à l'abri du gondolage, et présentent toujours à l'œil une surface unie qui conserve la peinture en bon état.

16. *Essieux et roues.* — Dans les essieux employés sur les tramways, le corps et les portées de calage ont le même diamètre.

Les roues des voitures Bonnefond, à moyeu en fer forgé, appartiennent au système Arbel dont les sou-

dures ne laissent rien à désirer. Elles sont employées aujourd'hui par la plupart des compagnies de chemins de fer. Elles sont calées sur l'essieu à l'aide de la presse hydraulique.

Les roues des voitures du Havre et de Lille ne portaient pas de bandages. Celles qui ont été livrées aux Tramways-Nord sont pourvues d'un bandage en acier. Le diamètre de ces roues à la surface de roulement est de 75 centimètres. Elles pèsent, toutes montées, 200 kilogrammes.

Quelques compagnies emploient les roues en fonte très-serrée avec bandage en acier, et s'en trouvent bien. Toutefois, à part les roues en fonte pleines, généralement en usage à l'étranger, on donne la préférence aux roues en fer forgé avec bandage en acier. M. Bonnefond emploie des roues folles pour faciliter le passage dans les courbes raides ; il en met deux par voiture et il les place du même côté.

Ces roues sont garnies au moyeu d'une bague en bronze et maintenues latéralement par des bagues en acier. Le godet graisseur qui paraît donner les meilleurs résultats est celui qu'a adopté M. Bonnefond, et qui est le godet graisseur à pompe.

17. *Suspension. Plaques de garde.* — La suspension a lieu au moyen de blocs en caoutchouc ayant de 81 à 90 millimètres de diamètre au milieu, sur 150 millimètres de hauteur.

La plaque de garde en fonte est fixée au brancard, dont elle est séparée par une plaquette en caoutchouc. Pour empêcher la déformation des blocs, elle porte deux oreilles qui les maintiennent d'un côté, et, de l'au-

tre, ce rôle est rempli par les parois verticales de la plaque entre lesquelles glisse la boîte à huile. La boîte est venue de fonte avec une sorte de plateau portant deux petits cônes qui pénètrent dans le caoutchouc; en haut de la plaque, deux petits cônes semblables maintiennent les blocs. Ces cônes reçoivent deux petites cuvettes sur lesquelles portent les extrémités des blocs, et qui s'opposent à leur déformation en haut et en bas. Ce genre de suspension, qui nous vient des Etats-Unis, est aujourd'hui d'un emploi général dans les voitures de tramways. Il exige une composition de caoutchouc et un mode de fabrication qui semblent être la spécialité de quelques fabricants américains; car il est bien difficile de se procurer en Europe des ressorts de ce genre pouvant faire un bon service.

18. *Boîte à huile.* — La boîte à huile des voitures Bonnefond n'est pas compliquée. Extérieurement, elle à la forme d'une boîte à graisse de chemin de fer (fig. 3 et 4, Pl. 7-8). Intérieurement, elle se compose d'un coussinet en bronze placé au-dessus de la fusée, et d'un tampon graisseur placé au-dessous. Le tampon est garni de coton et maintenu en contact avec la fusée par deux petites lames de ressort. A l'arrière de la fusée, une garniture en feutre entourée de cuir empêche les pertes d'huile et l'introduction du sable dans la boîte. Un godet graisseur sert à maintenir le niveau de l'huile.

Dans les voitures Bonnefond les plaques de garde sont reliées entre elles par des entretoises, et aux brancards par des contre-fiches. L'entretoise a pour but de maintenir les plaques à l'écartement, lorsque, par le serrage des sabots contre les roues, elles sont soumises à

des efforts de compression qui tendent à les rapprocher.

19. *Ressorts de traction.* — Les ressorts de traction sont très-simples. Ils se composent d'un bloc en caoutchouc placé obliquement sous la plate-forme, et traversé par une tige en fer terminée par une mâchoire. C'est dans cette mâchoire qu'on fixe par une forte goupille, l'anneau du palonnier ou celui de l'extrémité de la flèche, suivant le genre d'attelage employé.

Quelques constructeurs emploient un ressort en acier en forme de volute, au lieu d'un bloc en caoutchouc.

Dans beaucoup de cars, le crochet de traction placé sous la plate-forme est trop bas pour le tirage, lorsqu'on emploie des chevaux de grande taille. Ce défaut, que l'ont remarquait dans les voitures du Havre et de Lille, a disparu dans les dernières livrées par M. Bonnefond aux Tramways-Nord. La tige qui porte le crochet est logée dans un manchon où se trouve un ressort en caoutchouc, et placée extérieurement à la plate-forme au-dessus du niveau du planchér.

20 *Frein.* — Le frein adopté par M. Bonnefond, est celui que M. Stephenson a appliqué à tous ses cars et qui est généralement en usage sur les tramways. Il est symétrique, et peut être manœuvré indistinctement des deux plates-formes (fig. 3-4, Pl. 5-6).

Il se compose d'un balancier OO′ oscillant autour d'un point B et suspendu au-dessous de la caisse. Ce balancier porte à chaque extrémité une tringle de serrage OT, O′T′, reliée par une chaîne au bas de la tige de la manivelle M, M′.

Il reçoit, en outre, en *o′* et *o″* deux bielles to″ et o′t′

qui communiquent le mouvement aux deux arbres a, a', portant les sabots s, s', s", s".

Si l'on vient à tourner la manivelle M (avant de la voiture) la chaîne s'enroulera, la tringle OT se rapprochera de F, la bielle o't' participera à ce mouvement et le serrage se fera sur les roues d'arrière.

En même temps, to" opérera le mouvement en sens contraire de celui de la bielle o"t, et le serrage se produira sur les roues d'avant.

Un encliquetage disposé sur la plate-forme permet d'arrêter l'action qui faisait tourner la manivelle. Cet encliquetage se compose d'une roue à rochet, R, R', et d'un cliquet d'arrêt, C, C', que le conducteur manœuvre avec le pied. Quand le frein est desserré, un ressort r, r', éloigne les sabots des roues.

Un effort de 22 à 25 kg. exercé sur la manivelle donne un serrage de 500 à 600 kg. sur chaque roue; ce qui est bien suffisant pour arrêter rapidement un car chargé.

21. *Attelage.* — La flèche ou timon (fig. 1 et 2, Pl. 7-8) est généralement employée dans l'attelage à deux chevaux. Cependant, sur quelques lignes, et notamment sur les Tramways-Nord, on l'a supprimée pour ne se servir que de la volée, excepté dans les sections à fortes rampes. C'est ce qui se faisait et se fait encore quelquefois aux Etats-Unis.

Dans l'attelage à flèche la volée et les palonniers sont mobiles. Pour éviter, lorsque les chevaux se portent de côté, que la volée ne se rapproche trop de la plate-forme, M. Bonnefond limite son déplacement au moyen de chaînes. A Lille, où dans le commencement de l'exploitation l'entrée des voies d'évitement nécessitait des

efforts violents de côté, les chaînes ont rendu de grands services.

La flèche est préférable parce qu'elle permet de faire contribuer les chevaux, dans une certaine mesure, à l'arrêt de la voiture tout en employant le frein. On évite ainsi l'usure rapide de cet appareil. La flèche a, en outre, l'avantage en cas de chute de ne pas exposer l'animal tombé à passer sous la voiture.

Tous les essais faits jusqu'à ce jour pour substituer le brancard au palonnier dans l'attelage à un cheval, n'ont donné aucun bon résultat.

Les efforts que le cheval est obligé de faire dans les changements de voie à courts rayons, exigent une solidité qu'il est difficile d'obtenir d'un brancard.

22. *Eclairage.* — La voiture Bonnefond porte à l'avant et à l'arrière deux lampes éclairées au pétrole, qui signalent sa présence sur la voie et éclairent en même temps l'intérieur de la caisse. Des réflecteurs en glaces placés intérieurement donnent une vive lumière. A l'extérieur, des verres de couleurs différentes s'appliquant à volonté sur le verre blanc de la lampe, indiquent le sens de la marche de la voiture. Ce n'est qu'après de nombreux essais, que M. Bonnefond a pu arriver à donner à ses voitures un système d'éclairage qui ne laisse rien à désirer aujourd'hui.

23. *Peinture. Timbre.* — Les cars des Tramways-Nord sont peints en brun Van-Dyck, et les caves en noir. L'absence d'inscriptions et de filets saillants rendent les caisses de quelques voitures lourdes à l'œil.

En Amérique, en Angleterre et en Belgique, on donne aux caisses des couleurs claires qu'on rehausse

par des ornements souvent d'un goût douteux. Les caves sont le plus souvent peintes en blanc ou en gris clair.

On atténue l'effet disgracieux de leur forme par le nom de la compagnie, ou celui de la destination principale, inscrit en grandes lettres de fantaisie.

On a critiqué ce bariolage qui, en France, paraîtrait déplacé dans une voiture publique. Ce choix de couleurs vives a sa raison d'être. La voiture se voit de loin et se distingue aisément au milieu des véhicules ordinaires, dans les rues où la circulation est active.

Le conducteur communique avec le cocher au moyen d'un timbre placé sous les auvents, et dont le marteau est relié à une courroie à la portée des voyageurs d'intérieur et de plates-formes. Ce petit appareil ne fonctionne pas toujours régulièrement après quelques mois de service. Aussi, l'a-t-on remplacé aux Tramways-Nord et aux Tramways-Sud par une communication électrique dont la pile est logée sous les banquettes. Cette sonnerie est plus coquette et moins gênante, mais nous doutons qu'elle fasse un meilleur service. Dans quelques voitures des Tramways-Nord, M. Dietz, ingénieur de la compagnie, a installé de nouveaux timbres dont le fonctionnement semble devoir être plus régulier.

24. *Voitures à impériale des ateliers de la Compagnie française de Matériel de Chemins de fer.* — M. Bonnefond construit également des voitures à impériale (fig. 1, 2 et 3, Pl. 3-4) de deux modèles : l'un qui porte un escalier à chaque extrémité et l'autre qui n'en a qu'un.

Les détails sont pour ces deux voitures les mêmes que pour celle que nous venons de décrire.

Le modèle à un escalier, qui rappelle par sa disposition celui des premiers cars à impériale qui ont circulé en Amérique, ne présente pas les mêmes inconvénients parce qu'il laisse plus de place disponible sur les plates-formes. On peut fermer l'avant ou l'arrière en employant le mode de fermeture des Tramways-Nord.

Lorsque le car marche l'escalier en avant, et que l'entrée n'est permise que par l'arrière, il faut que les voyageurs traversent l'intérieur pour se rendre à l'impériale. Cet inconvénient disparait en tournant la voiture à l'extrémité de sa course. Dans les villes où l'on peut monter et descendre par les deux bouts, cette manœuvre est inutile.

25. *Voitures découvertes dites « Excursion ».* — Il nous reste à dire quelques mots d'un modèle de car découvert que les ateliers d'Ivry construisent en ce moment pour l'étranger.

Ce type de voitures auquel les Américains ont donné le nom d'*Excursion*, a un grand succès dans les pays chauds. M. Stephenson en a construit pour presque tous les tramways de l'Amérique du Sud. A Bruxelles, les Tramways Bruxellois et la Compagnie Brésilienne en ont de différentes grandeurs à un ou deux chevaux. Ces voitures sont en grande faveur auprès du public, et lorsqu'on les met en service, les recettes par voiture augmentent dans une notable proportion.

La disposition est, au reste, à peu près la même partout : c'est celle du char à bancs vis-à-vis. Le dessin que nous donnons (fig. 1, 2, 3, Pl. 5-6), rappelle le modèle de Stephenson, mais il est plus coquet et plus confortable. La montée a lieu sur les côtés par un mar-

Le déclanchement se fait bien, et c'est surtout dans le passage des courbes raides qu'il rend des services. Un cocher adroit sait en tirer un bon parti; le parcours des raquettes ne serait pas possible sans cette disposition.

Etant donnée la longueur de la voiture qui est de $6^{m},67$, on a pu sans inconvénient porter l'écartement des essieux à $2^{m},40$.

La caisse est élevée de 66 centimètres au-dessus des rails, tandis qu'elle ne l'est que de 50 centimètres dans les voitures Bonnefond. Cela tient au diamètre de 1 mètre que l'on a donné aux roues pour faciliter le roulement. Cette exagération dans la hauteur de la caisse au-dessus du sol a nécessité trois marches pour le marchepied.

La mobilité de l'avant-train n'a permis de placer les sabots des freins que sur les roues d'arrière. Ces voitures ayant un poids considérable avec leur chargement, devraient être pourvues d'un frein très-énergique; mais leur disposition ne se prête pas à cette adaptation.

Deux forts chevaux ne suffisent pas dans la montée des faibles rampes où l'attelage d'un car américain trotterait sans peine, à traîner le véhicule des Omnibus. Il faut un renfort, et les trois chevaux éprouvent à l'allure paisible du pas une fatigue qu'accusera, on n'en peut douter, l'usure rapide de la cavalerie.

L'exploitation des lignes de l'Etoile-Villette et de la Villette-Trône, quoique ne datant que de dix-huit mois à peine, a suffisamment démontré à la Compagnie qu'il faut pour cette traction un modèle spécial de cheval.

Quant à la facilité de quitter la voie en présence d'un obstacle, et qui a dû motiver surtout l'adoption de l'avant-train mobile, elle est largement compensée par l'usure de la voie, le démembrement des caisses et les efforts violents de l'attelage.

Quand il s'agit de faire rentrer sur la voie une voiture qui pèse, toute chargée, plus de 6,000 kilogr., les boudins s'enfoncent dans les joints des pavés bordant les rails, et pour leur faire franchir les rails, il faut que l'attelage développe une force considérable. Si l'opération se renouvelle souvent au même endroit, les pavés s'écartent et les longrines sont déchaussées. Dans cette manœuvre les montants de la caisse subissent des efforts de torsion qui compromettent sa solidité.

Ces critiques faites, il faut reconnaître que, sous le rapport du confortable, les voitures-tramways des Omnibus ne laissent rien à désirer.

Les 20 voyageurs d'intérieur et les 22 voyageurs d'impériale sont assis à l'aise. L'escalier est commode et permet aux femmes et aux enfants l'accès des places à bon marché. La circulation sur l'impériale se fait sans peine.

La plate-forme, qui reçoit six personnes sans compter le conducteur, est assez large pour ne pas gêner l'entrée et la sortie des voyageurs.

En résumé, les ateliers des Omnibus ont fait une excellente voiture pour le public, mais au point de vue de l'économie de l'exploitation, elle a besoin d'être modifiée.

Entre l'omnibus primitif et l'omnibus parisien actuel,

qui représente le type le plus parfait de ce genre de véhicule, il y a eu bien des tâtonnements, bien des essais. Il en sera de même, sans doute, pour la voiture de tramway. Mais ceux qui connaissent l'ingénieur éminent qui dirige les ateliers de la Compagnie, ne doutent pas qu'il réussisse à trouver un bon modèle de voiture pour les chemins de fer des rues.

35. *Voitures de Copenhague, Chêne, etc.* — Le système de Copenhague de M. A. Keifler, ingénieur civil, diffère essentiellement de celui des Omnibus. La voiture peut circuler à volonté sur rails et sur routes ordinaires. Elle comporte deux paires de roues ordinaires de 78 centimètres de diamètre extérieures à la caisse, et une paire de roues à boudin de 30 centimètres placées à l'avant. Ces dernières, entrant dans l'ornière, maintiennent la voiture sur les rails.

Quand la voiture doit quitter la voie pour rouler sur la route, un mécanisme spécial à portée du cocher permet de soulever les roues à boudin. Dans le car de Copenhague, le frein ne porte sur les roues d'arrière que d'un côté.

L'idée de faire dérailler les voitures pour rouler sur la chaussée, a été appliquée à plusieurs reprises sous des formes différentes.

A Liverpool, les cars de tramways portant des roues sans boudin qui roulaient sur des rails presque plats, n'étaient maintenus sur la voie que par un galet qui glissait dans un rail Brunel renversé, placé au milieu de la voie, et qu'on pouvait soulever ou abaisser à volonté. Est-ce à l'emploi de cet appareil qu'il faut attribuer l'insuccès des tramways de Liverpool? Nous l'ignorons ;

mais toujours est-il que cette disposition a été abandonnée.

Les voitures du tramway de Chêne, en Suisse, se rapprochaient comme disposition de celles de M. Keifler.

Il n'y avait qu'une roue-guide dont le diamètre était de 40 centimètres, et son petit essieu était relié à celui de l'avant-train par un support à fourchette à jeu libre.

La voie de Chêne était disposée comme l'était celle de Liverpool, avec un rail en U entre les deux autres rails. C'est dans cette espèce de canal que portait la roue-guide que le cocher soulevait au moyen d'une chaîne quand il voulait dérailler, et qui retombait en place par son propre poids. Aujourd'hui le tramway de Genève appartient à la Compagnie des Tramways Suisses. Il a été reconstruit et il est exploité comme un tramway ordinaire.

A Chêne, comme à Copenhague, les voitures étaient à impériale. Celles de Copenhague contiennent 17 voyageurs d'intérieur, 14 d'impériale et 1 de plate-forme. Malgré ce petit nombre, la voiture est lourde.

C'est en voulant faire des voitures de tramways des véhicules à deux fins roulant sur les routes et sur les rails, qu'on a empêché le développement de cet utile mode de transport.

Aujourd'hui on revient au modèle américain qui a fait la fortune des chemins de fer des rues aux États-Unis, et qui fera la fortune des nôtres si nous nous décidons à imiter ceux qui nous ont tracé la voie du succès.

36. ***Perfectionnements apportés à l'impériale.*** — Bre-

vet Smith.—*Brevet Fournier.*—Ce chapitre sur le matériel roulant serait incomplet si nous ne disions quelques mots de deux perfectionnements apportés à l'impériale des cars, l'un par M. F. Smith, directeur des North Metropolitan Tramways de Londres, et l'autre par M. Fournier, ancien directeur des Tramways-Nord de Paris.

Pour garantir de la pluie les siéges d'impériale, M. Smith leur donne la disposition des stalles mobiles des théâtres. Quand ils sont inoccupés, leur rebord vient se loger dans une rainure ménagée dans le dossier. Cette disposition appliquée depuis quelque temps aux cars des North Metropolitan Tramways, est fort goûtée du public et de la Compagnie qui ne perd plus autant de voyageurs par les mauvais temps.

L'invention de M. Fournier est plus complexe. Elle a pour but d'abriter complétement les voyageurs d'impériale contre la pluie ou les ardeurs du soleil. Elle exige, d'une part, l'écartement des banquettes de manière à établir un couloir central entre les dossiers et, d'autre part, la division de ces banquettes dans leur longueur en deux ou trois parties, laissant entre elles un espace facilitant la circulation sur l'impériale.

Les voyageurs se tournent toujours le dos étant assis.

Pour abriter le public, M. Fournier emploie des stores formant la couverture mobile. Ces stores consistent en une toile munie de deux traverses comme une carte géographique ; la toile passe sur un rouleau porté par le dossier élevé en conséquence, et elle vient se fixer, au moyen de deux crochets, à la main-courante entourant l'impériale. Pour l'ouvrir, il suffit d'ôter *les crochets* de la main-courante et le store est entraîné

derrière le dossier par deux contre-poids, en passant sur le rouleau auquel les crochets viennent s'attacher. Les stores ont peu de largeur; ils peuvent couvrir deux ou trois places, ou chaque division des banquettes.

La toiture proposée par M. Fournier conserve donc un caractère accidentel, et n'est qu'un *en cas*. Elle permet au voyageur de choisir sa place sans être obligé de se courber et sans courir aucun risque, même pendant la marche de la voiture.

37. *Prix des voitures de tramways.* — Le prix des voitures de tramways varie suivant le type, la contenance, le mode de suspension (ressorts d'acier ou caoutchouc), le modèle des roues (roues en fonte ou en fer forgé), et les détails accessoires tels que ferrures de plates-formes, garniture de caisses, etc.

En général, on peut admettre qu'un car du type américain à 30 places coûte de 4200 à 4500 francs. Les voitures à impériale reviennent à 5000 fr., 5500 fr. et 6000 francs suivant le nombre de voyageurs qu'elles peuvent contenir. Quant aux voitures découvertes du type dit « Excursion », elles coûtent en Amérique de 3000 à 3500 francs d'après leur contenance, qui varie de 20 à 32 places. Mais ces prix augmentent de 500 à 675 fr., si les dossiers sont doubles et en bois de fantaisie, mobiles au lieu d'être fixes; si les côtés de la voiture sont fermés par des rideaux, etc.

38. *Nombre de voitures nécessaires à l'exploitation.* — Quant au nombre de voitures qu'exige l'exploitation d'un tramway, il est facile à calculer quand on connaît la vitesse et le nombre des départs par heure.

Une ligne de 4 kilomètres exigeant des départs toutes

les 10 minutes, avec une vitesse de marche de 8 kilomètres, nécessiterait 6 voitures. Si la vitesse était portée à 12 kilomètres, il n'en faudrait plus que 4. Nous supposons dans l'un et l'autre cas qu'il n'y a pas de stationnement aux têtes de ligne. Ce stationnement est réduit le plus possible dans les exploitations où l'on cherche à utiliser le mieux le matériel roulant.

Il n'y a pas de règle qui permette de déterminer le nombre de cars de réserve. En général, on compte que ce nombre est le quart de celui des voitures en service. Ainsi, une exploitation de 20 cars en roulement exigera un stock de 25 voitures.

A Londres, où la vitesse et le nombre des départs par heure sont à peu près les mêmes pour tous les tramways, le nombre des cars par kilomètre exploité est de 3 6/10.

39. *Dépense d'entretien des voitures. Droit de stationnement. Contributions.* — La dépense d'entretien des voitures de tramways est très-variable.

Elle est de 3 fr. 50 à 4 fr. par voiture et par jour pour les tramways de Londres. A Paris, elle ressort pour la Compagnie des Omnibus, pour l'année 1876, à 4 fr. 17 environ. Ce chiffre est peu élevé sans doute, mais, le matériel étant solidement construit et neuf, les réparations ont dû être insignifiantes. Aux Tramways-Nord, d'après le Rapport sur les résultats de l'exploitation de 1876, l'entretien du matériel reviendrait à 7 fr. 06 par journée de voiture. Cette dépense est plus élevée que celle de la Compagnie des Omnibus, quoiqu'elle s'applique à des voitures de moins grande contenance. A Lille, les réparations sont faites sous les ordres d'un

chef d'atelier, le poste d'ingénieur du matériel n'ayant pas été jugé nécessaire. Le matériel est le même, mais il est moins neuf. Cependant, son entretien ne coûte que 3 fr. 34 par car et par jour.

La durée des cars varie suivant le parcours journalier qu'ils font, le poids qu'ils transportent et les rampes qu'ils ont à franchir. En Angleterre, ceux qui sortent des ateliers du pays sont hors de service au bout de 5 ans, tandis que les cars fournis par M. Stephenson, en 1869, aux tramways de Liverpool et de Londres sont encore en bon état. On estime qu'ils dureront 14 ans.

Indépendamment des frais d'entretien les voitures de tramways supportent, comme toutes celles qui sont affectées dans les villes au transport en commun des voyageurs, les droits de stationnement et les taxes des contributions indirectes.

A Lille, le droit de stationnement a été fixé à 100 fr. par voiture pour la première année ; à 200 fr. pour la deuxième et à 300 fr. pour la troisième et les années suivantes. Toute voiture supplémentaire ne marchant que 25 jours par an, n'a que le quart de la taxe à acquitter.

Pour les contributions indirectes, la voiture étant assimilée à une voiture à 6 places, paye par trimestre un droit fixe de. . . . . fr. 27 50

Toute place en sus se paye à raison de 2 fr. 50, soit pour une voiture de 30 places :
24 × 2 50. . . . . 60 »

Double décime et demi sur le total. . . . 21 85

Total de la taxe à payer par trimestre. 109 35

la maintient en place, dans une mortaise pratiquée au porte outil P. Autant que possible, pour diminuer l'usure, il importe que la barre d'acier ne soit pas soumise au feu de forge et rentre dans les types du commerce. La disposition adoptée permet d'ailleurs en cas de rupture ou d'usure complète, un remplacement facile. En arrière de l'outil se trouve monté, au moyen d'une tige glissant dans une coulisse de la chaise en fonte, un balai en piassava, imitant en plan la forme d'un losange; la tige du balai peut être abaissée dans la coulisse au fur et à mesure de l'usure. Les quatre balais fonctionnent d'ailleurs toujours ensemble, ce qui n'a pas d'inconvénient à cause de leur flexibilité; ils écartent à une certaine distance de la surface des rails, les résidus extraits de l'ornière et qui y seraient ramenés par les roues des voitures de la circulation ordinaire.

En temps de neige, il est bon de déblayer un peu la voie en avant des outils; pour cela, il est ménagé dans la chaise en fonte une série de trous nn dans lesquels on vient fixer les supports d'un chasse-neige, en forme de versoir de charrue; ce chasse-neige dont la grandeur peut varier à volonté, est en bois garni de fer sur ses arêtes arondies; il n'arrive qu'à quelques centimètres du sol.

Les outils ne devant fonctionner que par paire suivant le sens de la marche, il y a nécessité de pouvoir les relever à volonté et avantage à le faire sans fatigue pour le ressort qui, pour se trouver dans les meilleures conditions possibles de fonctionnement et de durée, doit n'être appelé à subir un effort qu'en cas de butée de

CHAPITRE II

CAVALERIE ET TRACTION

40. *Travail des moteurs animés et des machines.* — On sait que le travail d'une force agissant d'une manière continue est égal au produit de l'intensité de cette force exprimée en kilogrammes, par le chemin parcouru exprimé en mètres.

Pour évaluer le travail ou l'effet utile des moteurs et des machines de toutes espèces, on le rapporte à une unité commune adoptée en France, *le kilogrammètre*, qui est le travail développé pour élever à 1 mètre de hauteur un poids de 1 kilogramme.

Cette unité se désigne par les lettres *kgm.*

Si un cheval attelé à un car lui fait parcourir $2^m,30$ par seconde, — ce qui correspond à 8,280 mètres par heure, — en développant un effort de 30 kilogrammes, son travail sera égal par seconde au produit de $2^m,30$ par 30 kilog., soit 69 kgm.

Quand il s'agit de comparer le travail des moteurs et des machines, il faut tenir compte du temps pendant lequel ce travail a lieu.

En parlant du travail d'une machine ou d'un cheval,

on dira que la machine produit tant de kilogrammètres pendant une heure, par exemple, tandis que le cheval n'en fournit que tant pendant le même temps.

Pour les moteurs puissants on a adopté une unité de travail qui dérive de la première, et qui équivaut à 75 kilogrammètres.

On lui a donné le nom de *cheval-vapeur*.

Une machine à vapeur qui fait un travail de 1050 kgm. est de la force de 14 chevaux-vapeur. En effet, on a $\frac{1050}{75}$ kgm. = 14.

La quantité de travail qu'un cheval peut effectuer dans les circonstances ordinaires, est loin d'être aussi grande que celle que l'on attribue au cheval-vapeur.

41. *Efforts du cheval au pas et au trot.* — D'après les évaluations données par divers physiciens et mécaniciens anglais de la puissance d'un bon cheval de trait, allant au pas et travaillant 8 h. par jour, la moyenne est de 110 livres ou sensiblement 50 kil.

En attribuant au cheval une force capable d'élever un poids de 75 kilogr. à la hauteur de 1 mètre dans 1 seconde, Watt avait en vue les forts chevaux employés dans les manéges des mines d'Angleterre que ses machines à vapeur devaient remplacer.

Ces chevaux ne travaillaient que 4 à 6 heures par jour, et, suivant l'habitude anglaise, ils étaient surmenés. Si ces animaux avaient fait un travail normal, n'altèrant par leur santé, Watt aurait trouvé ce qui est reconnu aujourd'hui, qu'il faut un peu plus de 5 ch. 1/2 pour remplacer un cheval-vapeur. Mais il fallait au célèbre constructeur une unité de travail simple, et il

Des avaries que pourra éprouver une machine de tramway, les unes lui permettront de rouler, les autres la forceront de rester en place.

Dans l'un et l'autre cas, il faudra demander du secours au dépôt. L'absence de télégraphe empêchera l'arrivée prompte de ce secours, et le service se trouvera suspendu pendant un temps plus ou moins long sur toute la ligne.

Nous ne parlons pas ici des dangers que peuvent courir les voyageurs et le public si, par suite de l'accident, une rupture d'essieu, par exemple, la machine s'est renversée. L'explosion de la chaudière est à redouter, à moins que le mécanicien ne parvienne à éteindre ou étouffer rapidement le feu. Cette opération, qui doit être exécutée vivement, présente des difficultés dans l'espace étroit et clos qui est assigné à cet agent sur la machine.

Dans l'état actuel des choses, il arrive souvent que des avaries empêchent des cars de continuer leur route, mais la circulation n'est pas interrompue pour cela, et le temps perdu à dégager la voie est si court qu'il n'en résulte pas le moindre trouble dans le service.

118. *Application de la vapeur aux lignes de banlieue.* — De ce que l'emploi de la vapeur présente des difficultés sérieuses dans l'intérieur des villes, il n'en faut pas conclure qu'elle ne puisse rendre des services sur les lignes de banlieue.

Dans notre opinion, ces lignes ne peuvent être exploitées d'une manière fructueuse, qu'en substituant aux chevaux des machines à vapeur remplissant les mêmes conditions que celles qu'on exige des locomotives urbaines.

Les moteurs animés ont, il est vrai, sur les moteurs mécaniques le précieux avantage de pouvoir, à un moment donné, accroître dans une notable proportion le travail fourni; mais ce sont là des efforts tout à fait accidentels, et qui, fréquemment répétés, pourraient être funestes à la conservation des animaux.

M. Poncelet a dressé un tableau des valeurs de E, de V et de T que les moteurs animés peuvent supporter indéfiniment sans que leur santé en souffre; ce sont, par conséquent, celles qui s'accordent le mieux avec les véritables intérêts des entrepreneurs de transports. Si E, V et T ont les valeurs qui conviennent au maximum d'effet utile, et que l'on vienne à faire varier l'un de ces facteurs, non-seulement l'un au moins des deux autres devra varier en sens contraire, mais, en outre, le produit diminuera. C'est ainsi que M. Poncelet a trouvé qu'un cheval développant un effort de 70 kilog., faisant $0^{m},90$ par seconde ou 3,240 mètres par heure et travaillant 10 heures, fournira un travail maximum journalier de 2,168,000 kgm. Si au lieu de faire $3,240^{m}$ par heure, le cheval en fait 7,920, soit $2^{m},20$ par seconde, il ne peut plus donner que 44 kilog. d'effort de traction, et son travail maximum, qui ne doit plus durer que 4 h. 05, est par jour de 1,568,160 kgm.

On voit, d'après les chiffres de M. Poncelet, qu'il y a un avantage considérable au point de vue du travail mécanique et de la conservation des chevaux, à ne les faire marcher qu'au pas quand ils exercent un effort de traction.

M. Coriolis a trouvé qu'un cheval attelé, parcourant 4 kilom. à l'heure et travaillant 10 heures en donnant un

effort de 50 kilog., fournira un travail de 2,000,000 kgm.

En doublant sa vitesse, il ne pourra plus donner que 30 kilog. d'effort et travailler 4 heures. Son parcours journalier ne sera plus que de 32 kilomètres, et son travail descendra à 960,000 kgm. c'est-à-dire à moitié moins de ce qu'il était à l'allure du pas.

Les chiffres de M. Coriolis ont été en partie confirmés par les expériences du général Morin sur le tirage des voitures. Ils sont inférieurs à ceux de M. Poncelet, et se rapprochent plus de la réalité. « Souvent l'excès « du travail journalier des moteurs animés, dit M. Gueni- « veau, n'altère sensiblement leur santé qu'après un ou « deux mois de durée; c'est faute d'avoir eu égard à « cette observation, que la plupart des mécaniciens ont « évalué l'effet utile journalier des animaux beaucoup « au-dessus de la réalité. »

Le maximum d'effort d'un cheval varie de 300 à 500 kilog. On l'évalue en moyenne à 400 kilogrammes.

43 *Effort des chevaux de tramways au démarrage.* — Suivant les expériences dynamométriques faites par M. Tresca, sous-directeur du Conservatoire des arts et métiers, sur la voie ferrée de Sèvres, deux chevaux attelés à un omnibus du poids de 5,775 kil. exercent individuellement un effort de 200 kil. au moment du démarrage. On voit par là combien les arrêts fréquents que nécessite le service des tramways doivent fatiguer les chevaux, en les forçant à donner à chaque instant un effort de traction anormal. De là, la nécessité de diminuer le poids et la contenance des voitures, ou de réduire le parcours de l'attelage, ou enfin de n'employer que

des chevaux de grande force, d'un prix élevé et d'un entretien dispendieux.

44. *Travail des chevaux des Omnibus de Paris.* — D'après un Rapport de MM. Eugène Flachat et Goldschmidt sur les transports dans les villes, le travail journalier des chevaux des omnibus de Paris varie entre 800,000 kgm. et 1,050,000 kgm., suivant que la voiture est demi-pleine ou complétement chargée. Dans les mauvais jours, sur le macadam détrempé ou rechargé, il s'élève par seconde à 75 kgm. Aucun effort semblable n'avait été demandé aux chevaux avant l'établissement des omnibus.

En effet, avec l'omnibus de Paris, nouveau modèle, pesant à vide 1,620 kilog. (*) et avec son chargement 3,570 kilog. chaque cheval traîne 1,785 kilog. c'est-à-dire près du double de la charge du cheval des anciennes messageries. Mais les chevaux des omnibus de Paris ne font journellement que 16 kilom. en moyenne, tandis que le parcours des chevaux de diligences variait entre 24 et 32 kilom. suivant les pays.

A Paris, la vitesse des omnibus est de 7 kilom. 1/2 à l'heure, tandis qu'à Londres elle est de 8 à 9 kilom. 1/2, et souvent supérieure à 10 kilom. sur les grandes voies qui ne sont pas encombrées. Des voitures légères et des arrêts moins fréquents permettent des allures qu'il ne faut pas demander à l'omnibus parisien.

45. *Travail des chevaux de tramways en France et à*

(*) *Les Omnibus à Paris et à Londres*, par un administrateur de la Compagnie générale des Omnibus de Paris.

l'étranger. — A l'aide des formules que nous avons données dans le *Manuel de la Construction* (paragr. 24 et suivants) sur la résistance au roulement sur une voie de tramway, et du chiffre de 900,000 kgm. qui nous semble devoir être accepté comme travail maximum journalier d'un cheval au trot, il est facile de calculer le travail d'un attelage sur une ligne dont on connaît le profil.

Appliquant ces formules à un tramway de 3,500 mètres en palier, sans courbes prononcées, on trouverait que le cheval attelé à une voiture pesant chargée 3,600 kilog., peut parcourir journellement 24 kilom. 500 sur une voie propre; et en tenant compte des jours où elle ne l'est pas, il fournirait encore un parcours de 18 à 20 kilomètres. C'est ce que font les chevaux de la Compagnie Brésilienne dans les parties basses de Bruxelles. Sur les lignes de l'intérieur de la ville appartenant aujourd'hui à la Compagnie des Tramways Bruxellois, un cheval attelé seul ne fait guère plus de 15 kilomètres. Mais ici le trafic est plus important, et les arrêts plus fréquents.

A Francfort, le travail moyen de chaque cheval est de 24 kilom. par jour répartis entre 32 kilom. un jour et 16 kilom. le lendemain, sans intervalle, ni repos. A Liége, le parcours journalier d'un cheval marchant seul est de 28 kilomètres. Ce chiffre qui pourrait paraître extraordinaire s'explique aisément. Ainsi que nous l'avons dit dans le *Manuel de la Construction,* § 34, la voie de Liége faite pour recevoir les wagons des chemins de fer ordinaires, est à ornière large et tracée avec des courbes convenables.

Les rampes sont insignifiantes, sauf aux abords du

pont Boverie où l'on prend un renfort. Enfin, les arrêts n'ont lieu qu'aux croisements et au milieu de l'intervalle qui les sépare. Toutes ces conditions favorables à une exploitation de tramway, permettent d'obtenir des chevaux un travail qui, en apparence anormal, ne compromet pas leur santé.

46. *Cars à un cheval.* — Dans tous les exemples que nous venons de citer, le poids du matériel roulant est, à quelques kilogrammes près, le même, mais le nombre des voyageurs varie naturellement suivant l'importance des lignes.

La voiture du Havre, et, pendant l'été, celle d'Excursion peuvent être utilement employées, pour les petites lignes en ne les attelant que d'un cheval et en faisant faire la recette par le cocher. Pour un parcours journalier de 96 kilom., il faudrait 4 chevaux en service, plus 1 de relais. La dépense comprenant le salaire du cocher, la nourriture, les soins, le ferrage des chevaux, l'entretien des harnais et celui des voitures, varie aux Etats-Unis, pour des voitures de ce genre, de 25 à 37 fr. 50 par jour. A Dusseldorf, pour un roulement journalier de 16 voitures, la dépense est de 39 fr. 40, y compris le conducteur.

Sur les lignes à grand trafic ou à profil accidenté, où le poids des voitures atteint avec le chargement 4,000 kilog., il faut employer deux chevaux.

Les Tramways-Nord, qui comptent huit types de cars variant de contenance et de poids, emploient partout aujourd'hui deux chevaux, après avoir essayé inutilement de n'en atteler qu'un par voiture. L'inconvénient *de la multiplicité* des types dans une exploitation de

tramway est d'exiger des modèles différents des chevaux, ou si l'on en a qu'un seul, de faire faire aux attelages un parcours plus ou moins long suivant le poids des voitures qu'ils traînent. Il vaut mieux, dans l'un et l'autre cas, grouper par dépôt les différents types de matériel roulant, afin de ne pas voir se produire ce fait anormal de deux forts chevaux attelés à un car léger, à côté de deux autres plus faibles traînant un car plus lourd. L'uniformité des modèles, tant pour le matériel de transport que pour les moteurs, animés ou mécaniques, est la base d'une bonne exploitation. La Compagnie des Omnibus et celle des Tramways-Sud paraissent l'avoir compris.

47. *Nombre de chevaux par car. Parcours kilométrique.* — Le calcul du travail journalier d'un cheval de tramway permet de déterminer d'une manière approximative le nombre de chevaux nécessaires à l'exploitation d'une ligne. Si, en opérant comme nous l'avons fait plus haut, on a trouvé que pour une ligne de 4 kilom., par exemple, un cheval peut effectuer un parcours kilométrique journalier de 24 kilom., il sera facile de déterminer le nombre de chevaux nécessaires par voiture.

Admettons que sur la ligne en question le trajet se fasse en 27 minutes; chaque car fera par heure un tour complet, soit 8 kilom., et chaque attelage fera trois tours par jour, soit 24 kilom. Avec un service de 15 heures, il faudra par car 5 attelages ou 10 chevaux, en service journalier.

Avec des départs toutes les cinq minutes, soit 12 par heure, le nombre des cars en roulement sera de 12, représentant *120 chevaux*. On compte généralement

produit à l'arrière du centre de gravité un angle qui enlève une partie de l'effet utile du tirage.

Les traits sont reliés par des chaînettes aux palonniers ou à la volée, suivant le mode d'attelage adopté. Lorsqu'on emploie un timon, il est préférable d'atteler court, à moins que le point d'attache ne soit trop bas, ce qui donnerait aux traits une inclinaison trop prononcée.

Il n'en est pas de même quand on attelle sur une volée. En cas de chute d'un cheval, il est bon d'avoir le plus d'espace possible devant soi pour pouvoir serrer le frein et arrêter le car, afin de ne pas passer sur le corps de l'animal.

La bricole ne convient pas aux chevaux de tramways. Elle n'est bonne que pour des animaux de trait qui ont une marche rapide, mais qui n'ont pas de grands efforts à développer.

On est, cependant, obligé de s'en servir pour les animaux blessés auxquels on ne peut mettre le collier.

On essaie depuis quelque temps aux Tramways-Nord d'appliquer la bricole et les traits en corde aux chevaux de la ligne de Courbevoie à l'Étoile. L'expérience est encore trop récente pour qu'il soit possible de se prononcer.

Les chevaux sont maintenus à l'avant du timon par des chaînettes en cuir. A Lille, on leur a substitué des chaînettes en fer. On reproche à ce mode d'attache le bruit de ferraille qui se produit en marche. Lorsque l'attellement est fait avec soin, il n'est pas à redouter.

52. *Harnais des chevaux de renfort. Attellement.* —

la nourriture du cheval. Il en est de même en Angleterre. En Belgique, dans certaines écuries de tramways, on donne l'avoine à l'état naturel et on hache les fourrages; dans d'autres, au contraire, on concasse l'avoine et les fourrages sont donnés sans préparation.

Voici, au reste, quelques rations réglementaires adoptées par les Compagnies françaises de tramways :

		Omnibus de Paris	Tramways-Nord		
			Petits	Moyens	Gros.
Avoine.	Kil.	5.142	6.000	7.000	8.000
Foin.	Bot.	0.748	1.667	1,667	1.167
Paille.	Bot.	0.940	5.000	5.000	5.000
Son.	Kil.	1.080	0.500	0.500	0.500
Orge et maïs.	Kil.	2.515	»	»	»
Féveroles.	Kil.	0,254	»	»	»
Prix de la Ration.	Fr.	2.8705	1.962	2.199	2.583

Aux Tramways-Nord le foin est mélangé de luzerne. Il est donné, ainsi que la paille, pour 12 chevaux.

		Tramways-Sud	Lille	Cie gén. des Tramways
Foin.	Bot.	0.693 kil.	2.383	4.000
Sainfoin.	Bot.	0.060	»	»
Vert.	Bot.	0.219	»	»
Paille de blé.	Bot.	0.806 kil.	6.278	5.000
Paille de seigle.	Bot.	0.003	»	»
Sciure de bois.	Lit.	2.599	»	»
Avoine.	Kil.	5.648	4.373	4.000
Maïs	Kil.	1.543	2.467	4.000
Féveroles.	Kil.	0.117	»	»
Son.	Kil.	0 186	0.087	»
Orge.	Kil.	0.021	»	»
Prix de la Ration.	Fr.	2.6563	2.1613	2.50

A la Compagnie des Omnibus le palonnier est cintré. Dans les tramways de Londres il est droit, mais il y a deux chaînettes, une à chaque bout de palonnier, formant une sorte de triangle qui porte à son sommet un fort crochet.

Les rampes étant franchies au trot, le côtier est à cheval. En général, on emploie pour ce poste des jeunes gens.

53. *Prix des harnais. Dépense d'entretien.* — En France, chaque cheval a sa bride et son collier numérotés à son chiffre d'entrée. Quant aux traits, on en compte quatre paires par groupe de dix chevaux, soit deux paires de trait pour les deux chevaux en service et deux autres paires pour les chevaux qui viennent les remplacer.

La proportion est ainsi des 2/5 de l'effectif.

On peut évaluer comme suit la dépense du harnachement par voiture, le harnais du cheval comprenant :

1 collier. . . . . Fr.	24	»
1 bride avec œillères et fausses rênes .	16	25
1 croupière avec sur-dos et sous-ventrière de 13 à	16	»
1 fourchet.	1	75
	58	»

A Lille, on supprime les fausses rênes.

En supposant que chaque voiture nécessite dix chevaux, la dépense sera de Fr. . . . . . 580 »

4 paires de traits à 35 fr. la paire. . .	140	»
1 paire de guides.	15	»
Chaînettes de 20 à 26 fr.	26	»
Total. . . .	761	»

On ferait le même calcul pour avoir la dépense du harnachement d'une voiture à un cheval.

L'entretien des harnais se fait à l'entreprise ou par les soins de la Compagnie.

A Bruxelles, la Compagnie Brésilienne, qui a traité avec un entrepreneur pour tout ce qui concerne le harnachement et les cuirs de voiture, paye l'entretien et le renouvellement à raison de 85 centimes par jour et par voiture à deux chevaux et 55 centimes par voiture à un cheval. Toute voiture de supplément mise en service coûte 6 centimes par heure. A Liége, la dépense journalière est de 75 centimes par voiture.

Les dépenses d'entretien et de renouvellement du harnachement ressortent pour la Compagnie des Omnibus à 1 fr. 562 par jour pour les voitures de tramways. La Compagnie fabrique elle-même ses harnais.

On renonce presque partout aujourd'hui à charger de ce soin des entrepreneurs, et les compagnies qui font elles-mêmes l'entretien de leurs voitures trouvent plus avantageux de fabriquer et de réparer elles-mêmes leurs harnais.

54. *Ferrage.* — Le ferrage se fait dans les mêmes conditions que l'entretien des harnais.

A la Compagnie Brésilienne il coûte 14 cent. 1/2 par cheval et par jour. A Liége, où la Compagnie ferre elle-même ses chevaux, il n'est plus que de 12 cent. 1/2. A Lille il ressort à 13 cent. 02. La Compagnie des Omnibus ne dépense que 10 cent. 54. Ce résultat est dû à l'emploi presque exclusif des fers forgés à la mécanique. Il y a plus de vingt ans qu'aux États-Unis on se sert de ces fers pour les tramways. On a calculé qu'ils coûtent

tout fabriqués un peu plus cher que le prix de la matière et moins cher que la main-d'œuvre seule du forgeron.

55. *Relevé des frais de Traction.* — Les dépenses de traction doivent comprendre les articles suivants :

1° Loyers des dépôts, y compris 6 pour cent des capitaux employés en immeubles et constructions;

2° Mobilier des dépôts;

3° Solde des chefs de dépôt, piqueurs, palefreniers, relayeurs, côtiers, employés divers;

4° Service vétérinaire, médicaments, etc.

5° Nourriture des chevaux et eau;

6° Renouvellement des chevaux;

7° Ferrage des chevaux.

A cette nomenclature il faut ajouter l'entretien et le renouvellement des harnais, ainsi que la solde du cocher.

1° — Nous avons donné dans le *Manuel de la Construction* le prix d'établissement des dépôts. Si au lieu de les avoir en toute propriété la Compagnie les a en location, c'est le loyer qui doit être réparti sur le nombre de chevaux logés.

2° — Le mobilier des dépôts comprend le matériel d'écurie, et tout ce qui ne fait pas partie de la construction. Cette dépense figure pour 2 cent. 35 par journée de cheval dans le tableau des dépenses des Omnibus de Paris.

3° — La solde du personnel des dépôts est variable. La dépense de ce chapitre est, à Lille, y compris le service vétérinaire, de 0 fr. 40,16 par cheval et par jour. Nous

considérons ce chiffre comme un minimum. On trouvera au chapitre IV le nombre de palefreniers nécessaires dans un dépôt.

4° — Le service vétérinaire coûte à la Compagnie des Omnibus 1 cent. 95 par cheval et par jour. Dans la statistique des compagnies anglaises cette dépense se confond avec celle du ferrage. Elle varie suivant les villes de 19 à 23 centimes.

5° — Nous avons donné plus haut la dépense de nourriture des chevaux pour les Compagnies françaises de tramways.

A Londres elle a dépassé 2 fr. 88 en 1875.

6° — Le prix des chevaux d'omnibus et de tramways est très-variable; il tend tous les jours à augmenter. Pour des chevaux de la taille de ceux des tramways des Omnibus de Paris, il faut compter sur une dépense moyenne de 1500 fr. par tête. On évalue la durée de leur service à 6 ans; après ce laps de temps on les revend de 250 à 400 francs, suivant le travail qu'ils peuvent encore faire. L'amortissement doit donc s'opérer en 6 ans, et il faut faire entrer dans la dépense journalière l'annuité qui permet de reconstituer le prix d'achat. Aux Omnibus de Paris le renouvellement a été fixé à 29 c. 27 par jour, pour 1876, tandis qu'aux London Tramways il s'est élevé pour les années 1875 et 1876 en moyenne à 38 centimes. En Angleterre, on semble peu se préoccuper de l'usure rapide et de la mortalité considérable de la cavalerie. Ainsi, dans le premier semestre de l'année dernière, la Compagnie des London Tramways a perdu 94 chevaux et a été obligée de se défaire de 135 sur un stock de 1094. Elle a subi de ce chef une

lier pour les cars; ils relèvent les uns et les autres de l'Ingénieur-conseil.

Les Compagnies s'assurent ainsi, moyennant une dépense relativement peu élevée, le concours d'hommes éclairés et de grande expérience.

On peut voir par les deux listes que nous venons de donner combien le nombre des employés de bureaux est réduit dans une compagnie de tramway. Au reste, aux Etats-Unis comme en Angleterre, les rouages de l'exploitation sont aussi simplifiés que possible, et l'on évite avec soin toutes les écritures inutiles.

60. *Choix du Directeur.* La prospérité d'une compagnie de tramway tient beaucoup à la bonne organisation de son exploitation et au choix du Directeur.

Entre un directeur de chemins de fer et un directeur d'omnibus, de diligences même, l'hésitation n'est pas permise : il faut prendre le second. Et il devra en être ainsi tant que les machines n'auront pas remplacé les chevaux pour la traction des cars.

La traction animale occupe une place trop importante dans les dépenses d'un tramway, pour que l'on confie à un homme qui ignore ce que l'on peut exiger d'elle, le soin de régler le travail de la cavalerie.

Nous pourrions citer à l'appui de ce que nous avançons de nombreux exemples. Nous nous bornerons à signaler le fait suivant.

Dans une grande compagnie, un ancien directeur de chemins de fer assimilant le cheval à une locomotive, a voulu exiger de lui un travail triple de celui qu'on lui demande journellement. Une mortalité effrayante a été le résultat le plus net de cette expé-

Les dépenses diverses que nous venons d'énumérer, totalisées par journée, font ressortir les frais de la Compagnie des omnibus par cheval à 4 fr. 39,90 pour 1876, non compris les harnais et le cocher. Le nombre de chevaux attelés à une voiture de tramway de cette Compagnie est en moyenne de 12 $\frac{7}{10}$ pour les lignes de l'Etoile à la Villette et de la Villette au Trône. Le parcours journalier de chaque voiture est de 89 kilom. 578. Les harnais coûtent par jour 1 fr. 56, ainsi que nous l'avons vu, et les cochers reçoivent une solde de 6 fr. 50.

En groupant ces différents éléments, on trouve que la dépense de traction d'une voiture-tramway des Omnibus de Paris est, par jour, de 61 fr. 05, et par kilomètre, de 68 cent.

La traction coûte par kilomètre à la Compagnie générale des Tramways :

A Nancy.	0 fr. 33
Au Havre.	0 fr. 40
A Marseille.	0 fr. 45

56. *Traction donnée à l'entreprise.* — Quelques compagnies de tramways, dans le but d'éteindre la concurrence des services d'omnibus qui marchent à côté de leurs rails, traitent avec les propriétaires de ces services pour la traction de leurs cars. C'est ce qu'ont fait à l'origine les Compagnies de Londres; mais, ainsi que nous avons eu l'occasion de le dire dans le *Manuel de la Construction*, deux ont résilié leur traité avec la Compagnie générale des omnibus pour faire la traction elles-mêmes, et la troisième est sur le point de les imiter.

La traction revient à la Compagnie des North Metro-

politan Tramways à 41 cent. 9 par kilomètre sans le cocher. Ce prix comprend la fourniture des chevaux, leur nourriture, les soins, le loyer des écuries, l'usure, etc. En un mot, les chevaux sont fournis harnachés et prêts à marcher. Avec le salaire du cocher le prix de revient de la traction est de 49 cent. 3/4 par kilomètre.

Sans doute, avec le système de traction à l'entreprise, on n'a pas à engager un gros capital pour l'achat des chevaux; on évite les chances d'épidémie, et la préoccupation d'avoir des attelages en nombre suffisant pour les jours d'affluence disparaît. Mais les prix élevés payés aux entrepreneurs compensent ces avantages plus apparents que réels. L'expérience l'a démontré : malgré les traités les mieux faits, il ne se passe pas de jour où des discussions ne s'élèvent entre les parties contractantes. La limite du poids des voitures, celle de la vitesse, le nombre de chevaux supplémentaires à fournir les jours d'affluence, sont autant de points sur lesquels il est bien difficile de se mettre d'accord. Tous ceux qui ont connu l'exploitation de nos anciennes messageries, savent que partout où il était nécessaire d'avoir de bons relais, les Compagnies n'hésitaient pas à les établir elles-mêmes.

57. *Attelages supplémentaires.* — Les tramways ne peuvent entretenir toute la semaine des chevaux qui ne sont souvent utiles que les dimanches et jours de fête. Forcer le travail des attelages ces jours-là est un moyen auquel on a souvent recours, mais qui ne permet pas, cependant, d'augmenter sensiblement le nombre des départs.

Dans les villes de province, quand l'affluence des voyageurs a lieu sur un point plutôt que sur un autre, on diminue les services d'un côté pour les reporter là où il est nécessaire. Il faut pour cela une certaine tolérance de la part des autorités préposées à la surveillance des tramways.

On a souvent proposé d'utiliser les dimanches les chevaux de certaines industries qui ne travaillent que la semaine. Théoriquement l'idée est bonne; pratiquement elle présente de grandes difficultés. Les attelages fatigués par le travail de la semaine et habitués à se reposer le dimanche, font ce jour-là un assez mauvais service. Ceux qui ont l'habitude d'aller au pas pendant six jours, prennent difficilement l'allure du trot. Cette expérience, que nous avons faite nous-même avec le concours d'une grande compagnie de transports, n'a pas donné les résultats qu'on en attendait.

DEUXIÈME PARTIE

EXPLOITATION

CHAPITRE III

ORGANISATION DE L'EXPLOITATION

L'organisation de l'exploitation d'un tramway doit être le moins compliquée possible. Le tort de la plupart des compagnies qui débutent est de vouloir l'assimiler à celle des grands chemins de fer.

Le Directeur s'entoure d'un nombreux état-major : chef d'exploitation ou inspecteur principal, ingénieur du matériel, ingénieur de la voie, inspecteur général de la cavalerie, inspecteurs et sous-inspecteurs du mouvement, inspecteur de la voie. On crée des emplois que l'on confie à ceux dont les recommandations sont les plus nombreuses, sans se préoccuper s'ils sont aptes à les remplir. Ces éléments disparates, qui se jalousent et se neutralisent, entravent l'exploitation au lieu de la faciliter. C'est dans les compagnies ainsi organisées que les différents services sont le moins surveillés.

Les Américains et les Anglais procèdent tout autrement.

58. *Organisation de l'Exploitation aux Etats-Unis.*— Aux Etats-Unis la direction générale appartient au Président du Conseil. Il est assisté d'un Comité de Direction

de Police et des Contributions qui accompagnent les voitures en service ; que les cochers sont porteurs de leur sifflet ou de leur trompe; que leur montre est réglée sur l'horloge du dépôt ; que les voitures sont lavées et époussetées ; qu'elles portent le numéro de police conforme à l'estampille ; que les boîtes sont garnies d'huile ; que le frein est en bon état de fonctionnement; que les chevaux ne boitent pas ; qu'ils sont bien bridés, bien harnachés et bien attelés.

Dès que l'inspection de chaque voiture est passée et que l'heure de partir est arrivée, il donne le signal de départ. Dans le cas où un conducteur ou un cocher viendrait à manquer, il assure le service à l'aide des brigades de réserve.

Le chef de dépôt assiste à la rentrée des voitures, reçoit des conducteurs la recette qu'ils ont faite, leur carnet, leur feuille de route, et leur remet contre reçu les billets dont ils peuvent avoir besoin pour le lendemain.

Lorsque le nombre des voitures est important, le chef de dépôt est aidé dans ce travail par un employé qui est chargé en même temps de la correspondance et de la comptabilité du dépôt.

La recette est renvoyée le lendemain matin à la Direction avec le Rapport.

Le chef de dépôt est chargé de la réception des fourrages. Il doit tenir un compte très-exact de ce qu'il reçoit et le porter au Rapport journalier à la suite du stock de la veille. En défalquant la consommation du jour, il est facile à l'Exploitation de se rendre compte de *ce que* chaque dépôt a en magasin.

59. *Organisation de l'exploitation des Compagnies de Londres.* A Londres, les compagnies de tramways sont à peu près organisées comme aux Etats-Unis. L'administration générale appartient au Comité des Directeurs. Le rôle du Président est plus effacé, et tous les détails du service, intérieur et extérieur, sont répartis entre le secrétaire et le chef d'exploitation.

Voici pour une ligne de 49 kilom. ayant 140 cars en mouvement, la composition du personnel :

Comité des Directeurs : *5*.

Secrétaire.	1	Conducteurs .	160
Secrétaire adjoint. . . .	1	Cochers. . .	150
Employés du secrétariat. .	4	Chef d'atelier.	1
Id. de la caisse. . .	8	Ouvriers id. .	26
Chef d'exploitation. . . .	1	Aiguilleurs. .	3
Employés id.	3	Cantonniers. .	14
Contrôleurs au départ. . .	14		
	32		354

Ensemble. . . . . 386.

Dans cette énumération ne sont pas compris les inspecteurs de ligne.

La Compagnie faisant faire la traction de ses cars, n'a pas de personnel de dépôt. En Amérique, comme en Angleterre, à chaque compagnie est attaché un Ingénieur-conseil qui s'occupe de toute la partie technique de l'entreprise : tracé des voies nouvelles, construction des dépôts et des bâtiments, modifications à apporter au matériel roulant, etc. L'entretien proprement dit est fait par des chefs de section pour la voie et des chefs d'ate-

On voit que la surveillance d'un dépôt exige la présence continuelle de l'agent auquel il est confié. Aussi les chefs de dépôt ne doivent-ils quitter leur poste qu'avec l'autorisation de la Direction.

En leur absence ils sont remplacés par leurs piqueurs.

65. *Nombre de palefreniers par dépôt.* — Le nombre des palefreniers dans un dépôt varie suivant le travail qu'ils ont à faire.

Lorsqu'ils sont chargés du pansage, du lavage des harnais, du harnachement et des relais, on compte en Amérique et en Angleterre un palefrenier pour 10 chevaux. A Bruxelles et à Liége, chaque palefrenier a 12 chevaux à soigner. Il ne fait pas les relais et ce sont les cochers qui attellent.

A Lille, on donne 10 chevaux à panser à un palefrenier. Les relais sont faits par des enfants sous la conduite d'un palefrenier ou d'un laveur.

Ce chiffre nous paraît convenable, et nous croyons que dans l'intérêt de la cavalerie il ne doit pas être dépassé.

66. *Composition du personnel d'un dépôt à Lille.* — Les deux dépôts de Lille, contenant au mois d'août 1875 deux cent-soixante-neuf chevaux, étaient placés sous la direction d'un chef ayant sous ses ordres un piqueur par dépôt. Indépendamment de ces agents et du nombre de palefreniers nécessaires au pansage, on comptait dans chaque établissement : un garde de nuit, faisant au besoin les remplacements des cochers; un homme pour la distribution des rations et un autre pour l'arrangement des fourrages, qui sont livrés à la Com-

pagnie sans être bottelés. Enfin, pour les deux dépôts, quatre laveurs chargés du lavage de 26 voitures en service complétaient le personnel des établissements de Vauban et de la rue de la Justice.

67. *Maréchaux et Selliers.* — Aux Etats-Unis où, comme nous l'avons dit, on emploie de préférence des fers fabriqués à la mécanique, on compte dans un dépôt un ferreur et son aide pour 100 chevaux.

C'est la proportion adoptée par les Omnibus de Paris. « La tâche journalière d'un ferreur et de son aide, dit « le Règlement de cette Compagnie, est fixée à l'entre- « tien de la ferrure de 100 chevaux ; lorsqu'ils en ont « plus ou moins, la compensation a lieu par jour à « raison de 60 fers forgés pour 100 chevaux.

« Dans les dépôts d'un effectif de 140 à 160 chevaux, « le service peut-être confié à un ferreur et deux aides « sans compensation. »

Lorsqu'une compagnie entretient elle-même ses harnais, on estime qu'un sellier et son aide suffisent pour un dépôt de 250 chevaux.

Souvent, ainsi que nous l'avons fait remarquer à propos des harnais, il n'y a qu'un certain nombre de paires de traits et de guides pour plusieurs attelages.

68. *Chef d'atelier. Ses attributions.* — Chaque dépôt renferme habituellement un atelier de réparations dont l'importance varie suivant le nombre de voitures à entretenir.

Nous avons dit, dans le *Manuel de la Construction,* qu'il fallait autant que possible, lorsqu'on a plusieurs dépôts, réunir dans celui qui est le plus central tout ce qui concerne la réparation du matériel roulant,

du matériel fixe, de la voie et des bâtiments. Dans ce cas, il suffit d'avoir dans les dépôts succursales un petit outillage pour les réparations urgentes des voitures. C'est ce qui se fait généralement en Amérique, en Angleterre et en Belgique. Les ateliers des North Metropolitan Tramways sont séparés des dépôts et forment un vaste établissement isolé en dehors de Londres.

Le chef d'atelier réside dans le dépôt central, et a sous ses ordres tout le personnel des autres établissements préposé à l'entretien du matériel en général. Un visiteur et un aide peuvent faire le petit entretien d'un dépôt de 12 à 15 cars.

Le chef d'atelier est responsable du bon état des voitures. Il doit fournir tous les jours au dépôt le nombre nécessaire pour assurer le service et composer la réserve. Il est chargé dans quelques compagnies du lavage et du graissage des cars.

Tout le matériel disponible doit être placé le matin, avant l'arrivée des conducteurs et cochers, sur des voies spéciales, les voitures formant la réserve isolées de celles qui sont destinées au service ordinaire.

Aucune voiture ne doit sortir avant d'avoir été visitée par le chef d'atelier. A leur rentrée au dépôt le soir, le visiteur doit passer en revue tous les cars, et faire placer sur les voies affectées aux véhicules à réparer tous ceux qui ne lui paraisssent pas en état de circuler le lendemain.

Toute voiture retirée de la circulation doit être immé-*diatement* remplacée par une voiture de réserve. Le

chef d'atelier en arrivant le lendemain matin, doit prendre ses mesures pour que le nombre des voitures en réserve soit complété le plus tôt possible. La veille d'un jour où l'on prévoit un grand mouvement de voyageurs, le chef d'atelier doit faire mettre en état le plus grand nombre de voitures possible, afin de pouvoir les utiliser le lendemain si on le juge nécessaire.

Toutes les pièces et matières destinées à l'entretien courant des cars, doivent être fournies par le magasin sur des bons signés par le chef d'atelier.

A la fin du mois, il doit justifier de l'emploi de ces matières et de ces pièces.

Pour celles qui ne peuvent pas être fournies par le magasin, la commande doit être faite à des fournisseurs attitrés par la Direction sur des bons de commande que le chef d'atelier lui adresse suivant les besoins de la consommation.

Le chef d'atelier envoie chaque jour à la Direction un rapport où il fait connaître le nombre de cars en roulement, et celui des cars en réserve et en réparation. Il indique la nature de ces réparations, et, autant que possible, leur cause et le prix de revient.

Cette mesure est très-importante.

En dehors des avaries de route causées par des tiers et qu'ils doivent payer, il y a celles qui sont dues à la négligence ou à la maladresse des cochers ou des conducteurs. Un cocher dont la voiture rentre souvent avec un frein en mauvais état, doit être surveillé et congédié si les avaries continuent à se produire.

69. *Outillage d'un dépôt.* — On peut fixer comme suit

la même observation a été faite par cet ingénieur. Plus la machine a à travailler, plus la vapeur est apparente, dit M. Henry Merrywheater lui-même. A cet égard tout le monde est d'accord. Devant la commission M. Harding a prétendu que cette émission de vapeur pouvait être évitée si les mécaniciens y prenaient garde, et il a ajouté qu'il mettait à l'amende tous ceux qui *laissaient apparaître la moindre buée au-dessus de la cheminée*. Le chiffre de ces amendes doit être bien gros à la fin de chaque mois.

Quant à la consommation de combustible — coke ou anthracite — elle est bien supérieure au chiffre de 9 kilogr. par heure indiqué par M. Henry Merrywheater. Les machines faisant en moyenne 10 kilom. par heure à Paris, la consommation ne serait que de 0 kil. 900 par kilom., tandis qu'elle s'élève généralement dans toutes les machines que nous venons d'examiner à 2 kil. 500.

Dans les expériences faites sur la ligne de l'Etoile, avec la petite machine à chaudière verticale — système Field — construite par MM. Merrywheater et C[ie], la consommation était de 30 kilogrammes de coke de Courbevoie à l'Etoile, soit 4 kilg. 3 par kilomètre. Le poids remorqué ne dépassait pas 4 tonnes à cause de la rampe de l'avenue de la Grande Armée. Les machines à chaudière de locomotive des mêmes constructeurs, actuellement en service sur le Réseau Sud, brûlent environ 5 kilogr. de combustible par kilomètre, soit 50 kilogr. par heure. Les machines travaillant 15 heures par jour, suivant M. Harding, la consommation journalière est de 750 kilogr., et la dépense pour le coke de 37 fr. 50 au lieu de 7 fr. 25 qu'elle serait pour un travail de 16 heures, si on acceptait les chiffres de M. Henry Merrywheater.

La possibilité pour la machine Merrhywheater de remorquer par tous les temps deux cars, et même plus, chargés de voyageurs, nous paraît contestable, si l'on veut parler des voitures à impériale en usage à Londres et sur les Tramways-Sud de Paris.

Les dimensions suivantes de la machine permettent de calculer l'effort de traction sur les pistons.

1er Type avec chaudière Field :

Diamètre des pistons : d = 6 pouces ou. .	0^m152
Course des pistons : l = 9 pouces. . . .	0^m228
Diamètre des roues motrices : D = 2 pieds.	0^m609
Surface de chauffe.	$7^{mq.}$
Poids.	2.300 k.

Ce type n'est plus en usage.

2e Type à chaudière de locomotive, (114 tubes).

$d = 0^m,155$. — $l = 0^m,23$. — $D = 0^m,62$.

Pression dans la chaudière : p = de 7 à 8 atmosphères.

Surface de chauffe.	$10^{mq.}$
Poids.	3200 k.

On peut admettre que deux cars à impériale couverte des Tramways-Sud pèsent avec leur chargement au complet de 11 à 12 tonnes.

Si on calcule l'effort de traction sur les pistons, on trouve que la machine a une puissance supérieure aux résistances que donnent en palier les deux cars et la machine elle-même. Mais l'adhérence représentant seule la limite de l'effort que la machine peut imprimer à la charge totale, il arrive que, si par les mauvais temps elle descend au 1/9 du poids du moteur, la locomotive Merrywheater ne peut plus remorquer deux cars. Au reste, l'inventeur lui-même a reconnu

laquelle stationnent les voitures. Une casquette avec un galon ou les initiales de la Compagnie est le seul signe qui le distingue aux yeux du public.

71. *Chef de station et Contrôleurs buralistes à Paris.* — A Paris, le poste analogue est celui de Chef de station. Ses fonctions sont identiques ; seulement il occupe un bureau, et il est secondé dans son service par deux ou trois Contrôleurs buralistes qui sont tour à tour de planton.

Lorsqu'il y a affluence de voyageurs, il leur fait distribuer des numéros qui assurent l'ordre dans lequel ils doivent monter en voiture.

72. *Contrôleurs de route.* — Les Contrôleurs de route ont pour mission de surveiller les conducteurs au point de vue de la régularité de la perception.

Le poste de Contrôleur de route n'a sa raison d'être que sur les lignes où l'on emploie le système de coupons. On trouvera au chapitre traitant de la perception quelles sont les fonctions qui incombent à cet agent.

73. *Conducteurs et Cochers.* — A Londres, les conducteurs déposent un cautionnement de 10 livres ou 250 francs. A Paris, ce cautionnement n'est que de 200 fr. pour les conducteurs et de 100 fr. pour les cochers.

Sur les lignes des North Metropolitan Tramways, les conducteurs sont divisés en trois classes auxquelles sont affectés les salaires ci-dessous :

1re	classe	7 fr.	50	par jour.
2e	—	6	25	—
3e	—	5	60	—

A Paris, les conducteurs et cochers de la Compagnie

des Tramways-Nord reçoivent par jour 4 francs, et les conducteurs et cochers supplémentaires 2 francs.

Au bout d'un an de service, le salaire des conducteurs est porté à 4 fr. 25 et celui des cochers à 4 fr. 50.

Il est alloué, en outre, au personnel d'un car, sur la recette brute quotidienne, une prime de 1 pour cent que les agents se partagent entre eux. Cette prime leur est payée tous les trois mois.

Cet encouragement à augmenter les recettes de la Compagnie donne à Paris, à Lille et au Havre de bons résultats.

Nous pourrions citer une grande Compagnie qui accorde la prime aux conducteurs sans y faire participer les cochers.

Au point de vue des recettes cette mesure est mauvaise. Le cocher, préoccupé avant tout d'arriver à l'heure, ne tient pas compte des signes d'arrêt que les voyageurs lui font sur la route pour prendre la voiture.

Les conducteurs et cochers portent en France un uniforme. En Angleterre, ils n'ont qu'un numéro de police attaché à la boutonnière. En Amérique, sur quelques lignes, ils portent un bandeau à la casquette avec les initiales de la Compagnie. Le port de l'uniforme est une bonne chose. Il oblige les hommes à avoir une tenue convenable.

Il est, d'ailleurs, imposé par le cahier des charges des compagnies de tramways.

Les chefs de station, contrôleurs de route, conducteurs et cochers sont nommés par la Direction et placés sous les ordres de l'inspecteur de ligne.

74. *Règlement des Conducteurs aux Etats-Unis*

(*III. Avenue N. Y.*). — Voici un extrait du Règlement de la III[e] Avenue de New-York concernant les conducteurs :

1. Le conducteur doit donner toute son attention à placer les voyageurs, à percevoir le prix des places et à éviter avec eux toute conversation inutile.

2. Il doit être civil et prévenant pour tous les voyageurs, et, surtout, pour les femmes, les enfants et les personnes âgées qui montent dans le car ou qui en descendent. Il doit, *autant que possible,* faire asseoir toutes les personnes qui se trouvent dans la voiture.

3. Il prie tous les voyageurs qui quittent la voiture de descendre par l'arrière et du côté opposé à l'entrevoie.

4. Il veille à ce que le cocher ne mette pas plus de temps qu'il ne lui en est accordé pour le parcours, et il signale au *Starter* la cause de tout retard excédant trois minutes.

5. Il doit porter sur son chapeau ou sur sa casquette un bandeau portant les mots : Conducteur III[e] A. R. R. C.

6. Le conducteur ne doit pas laisser fumer dans n'importe quelle partie du car ; il doit prévenir poliment les personnes qui voudraient le faire que c'est contraire aux règlements de la Compagnie.

7. Il ne doit permettre à aucune personne ivre d'entrer dans le car ou de prendre place sur la plateforme.

8. Quand un accident ou une collision arrive, il prend le nom et l'adresse des personnes qui en sont témoins, et immédiatement il adresse au receveur du dépôt un

rapport relatant la cause et l'importance de l'accident.

9. Il doit se conformer aux ordres qui lui sont donnés par le *Starter* à chaque extrémité de la ligne.

10. Il dépose au bureau du receveur tous les objets qui ont été laissés dans son car.

11. Il ne doit laisser personne voyager sans payer sa place, excepté les pompiers en uniforme allant à un incendie.

12. Il appelle à haute et intelligible voix les numéros des rues, en commençant par la 8me en allant et par le dépôt en revenant.

13. En traversant la Cinquième rue, ainsi que celles de Broome et de Grand, il doit prendre ses précautions pour éviter toute rencontre avec les cars de la IIme et de la IVme Avenues, et *exiger du cocher qu'il passe au pas les aiguilles.*

14. Tout article de nature à gêner ou incommoder les voyageurs n'est pas admis dans les cars.

15. Tous les articles de nature encombrante occupant la place d'un voyageur, payent la même taxe que lui, mais ils doivent être placés sur la plate-forme d'avant.

La partie la plus importante des fonctions des conducteurs étant la perception du prix des places, nous consacrons plus loin un chapitre spécial aux divers modes employés sur les tramways.

75. *Conduite d'un car.* — La conduite d'une voiture de tramway ne présente pas de difficultés. Elle ne demande que du soin et de l'attention.

Les arrêts ayant lieu à l'aide du frein, le cocher doit bien connaître cette partie essentielle du car.

Dans les compagnies qui ont un cocher spécial pour former les débutants, c'est à lui qu'incombe le soin d'expliquer aux élèves-cochers le maniement du frein. Lorsque ce poste de moniteur n'existe pas, c'est l'inspecteur de section qui est chargé de faire la théorie à tous ceux qui sont admis à faire leur apprentissage de cocher.

La conduite du frein peut se résumer comme suit :

1° Lorsque le frein est desserré, avoir la chaîne et la tringle de serrage légèrement tendues afin d'éviter un trop grand nombre de tours de manivelle pour provoquer l'arrêt;

2° Ne jamais serrer le frein brusquement à moins de danger. Le serrage doit se faire progressivement, sans effort, en laissant la voiture parcourir quelques mètres. On ménage ainsi l'attelage et le matériel. Des arrêts trop brusques, fréquemment répétés, ont pour effet de fausser la tige du frein, de compromettre la solidité du tablier, d'allonger la chaîne, de dérégler, en un mot, le mécanisme.

Une voiture animée d'une certaine vitesse qu'on veut arrêter sur place en serrant le frein, continue pendant un certain temps à glisser sur les rails au lieu de rouler. Si le fait se renouvelle souvent, il ne tarde pas à se former des méplats sur les bandages qui sont bientôt mis hors de service.

On s'étonne des dépenses considérables de l'entretien des voitures de tramways. Le frein et les roues y figurent pour une large part. Si l'on exerçait sur les cochers une surveillance constante, nous sommes persuadé que ces dépenses seraient moins élevées.

Lorsque le cocher a bien compris l'importance du rôle du frein dans la conduite d'une voiture de tramway, il a soin avant de quitter le dépôt d'en bien examiner le mécanisme et de s'assurer de son fonctionnement.

76. *Règlement des cochers.* — Les règlements des Compagnies déterminent les devoirs des cochers en service. Nous allons résumer en quelque lignes les diverses parties de ceux de New-York, de Londres et de Paris, qui sont relatives à la conduite des cars. Nous y joindrons quelques recommandations personnelles dont nous avons été à même d'apprécier les bons résultats, lorsque nous avons été chargé d'organiser l'exploitation des Tramways de Lille et celle des Tramways-Nord de Paris.

Le cocher doit aider les palefreniers et les relayeurs à atteler les chevaux.

Il ne doit partir du dépôt ou d'une station que lorsqu'il est assuré que le harnachement est en bon état, bien placé, et qu'il n'y a pas à craindre qu'il se dérange en route.

Soit qu'il conduise de dessus une plate-forme ou sur un siége, il ne doit jamais laisser flotter les guides et avoir toujours ses chevaux en main, surtout quand il va se mettre en marche. A ce moment, il doit ramener l'attelage sur la voie pour qu'au départ un cheval n'ait pas les pieds sur un rail.

Pendant la marche le cocher doit toujours regarder devant lui, la main droite appuyée sur le frein, et prêt à s'arrêter s'il entend le signal du conducteur, si un voyageur lui fait signe qu'il veut monter ou si un obstacle se présente sur la voie.

Le cocher et le conducteur communiquent entre eux à l'aide d'un timbre, d'une sonnerie électrique ou d'une corne.

Le cocher ne doit jamais se mettre en marche sans en avoir reçu l'ordre du conducteur. Il lui est formellement défendu, pendant la marche, de regarder dans l'intérieur de la voiture et de causer avec les voyageurs de la plate-forme; un moment de distraction peut être la cause d'un accident.

Au croisement des rues, et toutes les fois qu'il voit un obstacle sur la voie, le cocher doit se servir du sifflet ou de la corne. Si l'obstacle persiste, il doit mettre ses chevaux au pas et se préparer à arrêter l'attelage à quelque distance de l'obstacle.

La marche doit être régulière et conforme à l'itinéraire fixé par la Direction. Si un car placé devant lui ralentit sa marche, il doit en faire autant et conserver entre les deux l'espace réglementaire.

Les arrêts ne peuvent avoir lieu :

Au croisement des rues;

Sur les changements de voie;

Dans les courbes.

Le cocher doit passer les aiguilles au pas. Il a soin de changer l'allure de ses chevaux quelques mètres avant la pointe, et de ne desserrer son frein que lorsqu'il s'est assuré que l'attelage est au pas. Si les aiguilles sont placées en courbe, il incline légèrement l'attelage vers le centre de la courbe. Comme pour le passage des aiguilles, il doit serrer le frein avant de s'engager dans une courbe afin de mettre ses chevaux au pas. Ce résultat obtenu, le frein doit être desserré.

C'est au passage des aiguilles où les roues doivent rouler sur leur boudin, que le cocher doit apporter la plus grande attention (*).

Beaucoup de cochers ont la mauvaise habitude de s'engager dans les changements de voie, comme dans les courbes, le frein serré. C'est augmenter bien inutilement la résistance qu'éprouve déjà l'attelage pour passer d'un alignement droit sur un alignement courbe.

77. *Devoirs des cochers sur une voie unique.* — Lorsque l'exploitation n'a lieu que sur une voie, le cocher doit faire tous ses efforts pour arriver aux croisements aux heures réglementaires, sans cependant surmener les chevaux ou leur faire prendre le galop.

Si le cocher approchant d'un croisement n'aperçoit pas le car qu'il doit croiser, il doit mettre ses chevaux au pas et chercher à arriver au croisement en même temps que le car en retard.

Dans le cas où un accident quelconque mettrait la voiture hors d'état de continuer sa route, le cocher doit sur l'ordre du conducteur monter à cheval, et se rendre

---

(*) Une transposition dans la composition du texte de la Note 8, page 69, du *Manuel de la Construction*, nous a a fait dire le contraire de ce que nous avions écrit. Le texte doit être rétabli comme suit :

« Si on prolonge la pointe de l'aiguille, *en la rappro-*
« *chant assez du rail pour que la roue puisse passer de*
« *la plate-forme du rail sur la pointe de l'aiguille sans*
« *rouler sur le boudin*, le plan incliné ménagé dans la
« fonte devient inutile. »

la machine Belpaire exposée à Vienne en 1873. Cette disposition met la plus grande partie du mécanisme à l'abri de la poussière et de la boue des rues; le place à portée du mécanicien dont la surveillance est rendue ainsi plus facile, et donne la possibilité de mettre les tiroirs au-dessous des cylindres, ce qui permet à l'eau de condensation de sortir sans l'emploi des robinets.

L'inclinaison donnée à la grille, qui est pourvue d'un appareil fumivore et d'un jette-feu; la double enveloppe de la cheminée et l'installation sous le tuyau d'échappement d'une soupape automatique qui permet de régler le tirage suivant le travail de la machine; la distribution de vapeur sans excentriques du système Brown combinée avec un frein très-énergique, la suspension sur ressorts à spirale portant sur trois points seulement, avec articulation, ainsi que la liaison des boîtes à graisse par des traverses; enfin l'attelage à ressort de la locomotive aux voitures, agissant comme appareil de traction et comme butoir, donnent, dit-on, à la machine de Winterthur les avantages suivants :

1° Absence de bruit, de fumée et de trace de vapeur, excepté par des températures très-basses;

2° Une grande économie de combustible, la dépense ne dépassant pas, *8 kg, 2 par heure ;*

3° Une répartition toujours égale de la charge et une usure moins rapide des coussinets;

4° Une grande douceur d'allure, même par d'assez grandes vitesses.

La locomotive de Winterthur franchit à Genève des rampes de 5 $\frac{1}{2}$ pour cent, et passe dans des courbes

de 20 mètres de rayon, et même de 13 mètres au sortir du dépôt.

La Société de Construction établit des locomotives de tramways de différentes grandeurs, dont le poids varie de 4 tonnes à 6 tonnes à vide. Leur disposition permet de les mettre facilement à la voie de 60 cenmètres.

MM. Corpet et Bourdon, constructeurs-mécaniciens à Paris, sont les concessionnaires en France des brevets de la Société de Winterthur.

132. *Machine sans feu américaine.* — Il nous faut ranger dans la classe des remorqueurs à vapeur la machine sans feu du Dr Lamm, dont le mode de fonctionnement est l'application d'un principe de physique bien connu.

Lorsque l'on chauffe de l'eau dans une chaudière hermétiquement close, l'ébullition cesse aussitôt que la vapeur accumulée au dessus de cette eau, exerce une pression égale ou supérieure à la pression de la vapeur qui se forme dans les régions directement chauffées. On dit alors que l'espace est *saturé de vapeur* à telle ou telle pression ou, encore, que la vapeur est en *saturation*.

Si on met en communication cette chaudière avec un réservoir d'eau froide, l'ébullition recommence dans la chaudière ; au bout d'un certain temps l'eau du réservoir s'échauffe à son tour et se transforme peu à peu en vapeur jusqu'au moment où il y a saturation. En fermant la communication avec la chaudière, le réservoir se trouve en grande partie plein d'eau chaude qui se vaporise dès que la saturation cesse, c'est-à-dire, dès que,

donnant issue à la vapeur, on diminue la pression qui s'exerce à la surface de l'eau.

Tel est le principe sur lequel repose la machine du Dr Lamm. L'inventeur renonçant à la disposition adoptée par ses compatriotes, de placer sur un même véhicule la machine et les voyageurs, avait fait construire en 1872 une locomotive représentée fig. 2. pl. 19-20. C'est, comme on peut le voir, une simple chaudière portée sur quatre roues, et munie d'une machine à pilon installée sur une plate-forme, d'où elle communique le mouvement à l'essieu d'arrière. Cette chaudière n'est à proprement parler qu'un réservoir. On la remplit en grande partie d'eau, et on la met en communication avec un générateur produisant de la vapeur à très-haute pression. La vapeur arrive dans le réservoir, et, ne trouvant pas d'issue au delà, elle sature l'eau. Au moment de la mise en marche, l'eau se transforme de nouveau en vapeur, et arrive dans un appareil qui la distribue aux cylindres à des pressions fixes ou variables, suivant les disposition adoptées.

Dans la première machine du Dr Lamm la chaudière était d'une capacité d'environ 1755 litres dont, au départ, 1625 litres étaient occupés par l'eau, et les 130 litres restants formaient l'espace libre pour la vapeur. La température initiale était de 193 à 194°; ce qui correspond à 13 atmosphères. D'après M. Todd, avec le volume de 1^{mc},755 on pouvait faire parcourir à la machine t aînant un car 16 kilomètres sur palier. A la fin de la course, la pression n'était plus que de 3 atmosphères 1/2.

Cette locomotive a été adoptée par la Compagnie du

chemin de fer de la Nouvelle-Orléans à Carrol-Town où elle donne, dit-on, une économie de 33 pour cent sur la traction par chevaux.

Voici ses dimensions :

Longueur de la chaudière	3m,04
Diamètre de la chaudière.	1 16
Diamètre des cylindres.	0 20
Course du piston.	0 30
Diamètre des roues accouplées.	0 76
Poids de la machine.	4t, 1/7

Tiroirs ordinaires, sans détente, avec double excentrique et double levier de changement de marche.

Le poids du car remorqué dans les expériences était de 7t 1/2 à vide et de 12t 1/2 avec 120 voyageurs.

La machine sans feu a été expérimentée à la fin de 1872 sur la ligne de l'East New-York à Carnatio. Un an plus tard, on l'essayait à Chicago. A la fin de 1873, la compagnie constituée sous le nom de *Fireless Engine Company*, dont M. Lamm était le directeur, obtenait des aldermen de New-York l'autorisation de faire circuler ses locomotives dans n'importe quelle rue au-dessus de la 14me.

Enfin, le grand atelier de locomotives de Grant a construit pour cette Compagnie une machine qui a été essayée à Patterson (New-Jersey), et dont voici les dimensions :

Longueur de la chaudière.	3m,19
Diamètre de la chaudière.	0, 93
Cylindres.	17 c. 77 sur 25 c. 40
Diamètre des roues.	0,91
Poids de la machine à vide.	6t.

Au départ la pression dans la chaudière était de 10^{atm}. 53. Après un parcours de plus 11 ^{km}, sur une mauvaise voie et avec un car ordinaire à la remorque, il y avait encore dans le réservoir une pression de 2 kg. 80 par centimètre carré.

Malgré toute la faveur dont jouit la machine sans feu auprès de certains ingénieurs, son emploi ne s'est pas généralisé. C'est que dans la pratique elle présente de sérieux inconvénients.

Elle dépense beaucoup sur les rampes et dans les arrêts. On a calculé qu'avec ce qu'elle consomme de vapeur pour un parcours de 16 kilomètres, elle ne peut plus faire que 5 k^{m} 370 en rampe de 1 pour cent, 3 k^{m} 220 en rampe de 2 et 1 k^{m} 800 en rampe de 4. A partir du moment où elle a été chargée, elle perd chaque minute de sa pression initiale par le rayonnement. La vapeur sort directement dans l'atmosphère, et comme elle est chargée d'humidité, elle forme un nuage de vapeur blanche. On a essayé de lui appliquer un condenseur à surface de capacité limitée ; mais l'inconvénient que nous venons de signaler n'a disparu qu'en partie, parce qu'il est difficile de faire une locomotive avec un condenseur assez grand pour condenser toute sa vapeur. Il faudrait une surface de refroidissement cinq ou six fois aussi grande que la surface échauffée, de puissants ventilateurs, comme dans le car à vapeur de M. Rowan, pour envoyer de l'air dans ce vaste condenseur, et, à la suite, une bâche pour recueillir l'eau de condensation. Si un condenseur à surface est inapplicable sur une locomotive ordinaire à cause de son poids et de son encombrement, à plus forte raison le sera-t-il sur une

par une légère solution d'ammoniaque. Ce projet fut bientôt abandonné par M. Lamm.

134. *Emploi du gaz d'éclairage.* — Egalement en 1871, M. Peter Salmon prit un brevet pour l'application à la traction des cars du gaz d'huile minérale combiné avec de la vapeur d'eau produite par la combustion de ce même gaz. Il proposa pour le même usage l'emploi du gaz comprimé, qu'il devait prendre en route à différents dépôts.

135. *Machine à air comprimé américaine.* La première application de l'air comprimé à la traction des cars date de 1870, époque à laquelle une compagnie se forma à la Nouvelle-Orléans pour l'exploitation d'un brevet de ce genre.

Chaque véhicule portait deux réservoirs en tôle remplis d'air que l'on comprimait à l'aide d'une machine à vapeur. Leur poids était de 725 kilogrammes. Le mécanisme de transmission ressemblait à celui d'une locomotive ordinaire avec essieu coudé. Comme les réservoirs n'étaient pas suffisamment étanches, la pression ne pouvait pas être maintenue au delà de 6 à 7 atmosphères, ce qui limitait forcément la longueur du trajet que pouvait faire le car.

C'est également en 1870 que M. J. D. Lake inventait et essayait à Chicago une locomotive des rues, qui devait en stationnement emmagasiner de la force pour se remettre en marche.

136. *Système Scott-Moncrieff.* — Quelques années plus tard, en 1874, M. S. Moncrieff, faisait des expériences à Glasgow avec une voiture à impériale mue par l'air comprimé. La longueur du véhicule, y compris les

plates-formes, est de $7^{m}16$, et sa contenance de 40 voyageurs.

Le mécanisme occupe trois compartiments placés au dessous du plancher du car. Au milieu, sur un cadre auquel il est solidement fixé, repose l'appareil moteur; devant et derrière sont les réservoirs à air au nombre de six dont le poids total dépasse 2 tonnes.

La voiture marche dans les deux sens, et le mécanicien se tient sur la plate-forme d'avant. Les leviers sont amovibles comme dans le car Grantham. Son poids est d'environ 8 tonnes, mais celles qui sont en construction ne pèseront pas toutes chargées plus de 5 tonnes.

M. S. Moncrieff croit qu'une machine fixe de 150 chevaux suffira pour alimenter des cars parcourant journellement 1,600 kilomètres. Le chargement des cylindres demandera 2 ^{m} 1/2 environ. La pression initiale sera de 22 kilogrammes.

Actuellement, en comprimant à la pression de 21 kilog., M. S. Moncrieff dépense de $6^{mc}80$ à $8^{mc}70$ d'air par kilomètre avec des cylindres de $0^{m}152$ de diamètre et de $0^{m}355$ de course.

L'inventeur espère que 40 pour cent de la force fournie par les machines de compression suffiront pour faire marcher le car.

M. S. Moncrieff semble vouloir renoncer au robinet régulateur qu'il a placé sur son car, et qui lui permet de dépenser l'air à la pression voulue. Il préfère détendre dans le cylindre. Le principal mérite de son invention est de profiter de toute la force expansive de l'air, en l'admettant à la pression initiable maxima dans le cylindre, et en s'en débarrassant à la pression atsmophérique

8**

et même au-dessous. La pression au départ étant de 22 kilogrammes, on a encore, après un parcours de près de 5 kilomètres, une pression de 7 kilog à 7^k,7.

Le car actuel franchit des rampes de 0^m05 par mètre. Ceux que construisent MM. Neilson et Cie de Glasgow, titulaires du brevet de M. S. Moncrieff, pourront parcourir 13 kilomètres sans renouveler leur approvisionnement d'air.

Si l'on se décide à employer la pression de 70 kilogrammes que préconisent Sir Joseph Whitworth et quelques inventeurs, les cars pourront faire près de 25 kilomètres sans avoir à s'approvisionner de nouveau. Quant à la dépense, l'inventeur l'évalue à 25 cent. par kilomètre, et à 31 cent. en comprenant les droits de brevet.

Tels sont les renseignements que M. S. Moncrieff a fournis sur sa machine à la Commission d'enquête. Nous nous sommes borné à les traduire, laissant à l'avenir le soin de justifier les prévisions de l'inventeur.

137. *Système Greenwood.* — La même observation s'applique à la locomotive à air comprimé que construisent en ce moment MM. Greenwood et Batley, importants constructeurs de machines à Leeds.

Appelé devant la Commission d'enquête, M. Greenwood a fourni sur les essais faits à Woolwich avec une locomotive de ce genre très-imparfaite, des renseignements d'autant plus intéressants qu'en Angleterre l'air comprimé paraît jouir d'une grande faveur parmi les ingénieurs de tramways, et qu'on compte beaucoup sur la machine en construction.

Contrairement à l'opinion de M. S. Moncrieff et

conformément à celle de Sir Joseph Withworth, M. Greenwood considère les pressions de 70 kilogrammes, et au delà, comme lés seules qui permettent des machines légères, ne pesant pas plus de 4 tonnes 1/2 et pouvant faire, avec un poids de 4 à 5 tonnes à la remorque, un parcours de 16 kilomètres.

Avec de pareilles pressions, on peut compter qu'un pied cube d'air ($0^{mc}028$) donnera une force de 5 chevaux. Pour obtenir ces cinq chevaux, il faut aujourd'hui en dépenser 25 avec les compresseurs, en n'utilisant ainsi que le cinquième de la dépense, tandis qu'avec les nouveaux appareils on pourra en utiliser le tiers.

Voici comment doit s'opérer le travail de l'air dans la machine de Leeds.

L'air est introduit au départ à la pression de 70 kilogrammes dans un petit cylindre, et il en entre autant qu'il en faut pour faire le travail ; il se détend graduellement dans trois autres cylindres, ayant chacun comme surface le triple de celle du cylindre qui le précède. Si le premier a, par exemple, un pouce de diamètre, le second en aura trois, le troisième neuf et le quatrième vingt-sept. Naturellement, à mesure que la pression tombe, il faut admettre plus d'air dans le premier cylindre, et quant on trouve que la pression n'est plus suffisante pour travailler dans celui-ci, on envoie l'air dans le second; du second dans le troisième et ainsi de suite. La pression est sans doute beaucoup plus faible dans le dernier cylindre que dans le premier, mais comme elle agit sur une plus grande surface le travail est le même. Quand, en approchant du terminus, on a une rampe à franchir, la pression de 28 à 25 kilogrammes qui reste

dans les réservoirs permet de le faire sans difficulté. En descendant, on emmagasine de l'air parce qu'on renverse la marche de la machine au lieu d'employer les freins. Les cylindres sont de la sorte convertis en pompes et commencent à charger les réservoirs. Ce que l'on gagne ainsi n'est pas considérable, mais on évite au moins la dépense d'air sur une pente.

M. Greenwood estime que les compresseurs doivent être espacés tous les 8 kilomètres environ. Ils pourraient être actionnés par la force disponible des machines à vapeur ou des moteurs hydrauliques des usines placées à proximité des tramways, auxquels l'air serait envoyé par des tuyaux de conduite. En opérant ainsi, M. Greenwood a calculé que le prix de revient de l'air comprimé sera de 20 à 25 pour cent moins élevé que celui de la vapeur. Il estime qu'il ne dépassera pas 25 à 30 centimes par kilomètre.

Quant à la dépense de premier établissement, M. Greenwood l'évalue à 25,000 francs par machine, en y comprenant les compresseurs.

Les résultats obtenus par M. Greenwood diffèrent essentiellement de ceux qu'ont donnés les autres systèmes, parce que l'air y est employé à une pression beaucoup plus élevée. Ce constructeur a évité la production de la glace qui a lieu souvent dans les machines de ce genre, en détendant pleinement l'air et en ne le renvoyant dans l'atmosphère que lorsqu'on en a tiré tout le parti possible.

Il est probable que d'ici à quelque temps on sera fixé sur la valeur pratique de la machine de Leeds. Elle

sera vraissemblablement expérimentée sur les North-Metropolitan Tramways de Londres.

138. *Système Mékarski.* — Il a été beaucoup question dans ces derniers temps du système Mékarski.

La société des Ingénieurs civils l'a discuté pendant plusieurs séances, et la discussion est loin d'être épuisée.

Nous allons faire connaître en quelques mots en quoi il consiste.

La voiture à laquelle est appliqué le moteur a été construite d'après les plans de MM. Delettrez frères, sur le modèle de celle des Tramways-Nord (fig. 1, Pl. 19-20).

C'est un car ordinaire à double plate-forme, ayant une longueur de caisse de 4^m et un écartement d'essieux de 1^m, 70. La longueur totale ne dépasse pas 6^m, 25.

On pénètre dans l'intérieur par la plate-forme d'arrière qui peut recevoir 12 voyageurs. Celle d'avant, interdite au public, porte le mécanisme de distribution. Cette voiture, qui n'est qu'une voiture d'essai, est bien étudiée; avec quelques changements, elle ferait un charmant modèle pour un moteur porteur circulant dans les rues.

Sous la caisse, placée transversalement entre les brancards, se trouvent un certain nombre de cylindres AA composés d'une simple feuille de tôle au bois roulée, de 6 millimètres 1/2 d'épaisseur. Les cylindres communiquent entre eux par une tubulure en cuire rouge dd.

Ils servent de récipients à l'air comprimé; c'est l'approvisionnement de route.

Une partie de ces cylindres forme les réservoirs qui

alimentent la machine, et l'autre aa constitue la réserve qu'on utilise quand la résistance du véhicule au roulement augmente, suivant les accidents de la route, l'accroissement de la charge ou la vitesse à obtenir.

Sur les côtés, actionnant l'essieu d'avant, se trouve le mécanisme M disposé comme celui de la locomotive ordinaire; il ne présente rien de saillant. Pour la simplicité du dessin on n'a pas fait figurer l'appareil de changement de marche, etc.

Sur la plate-forme d'avant on a placé, ainsi que nous l'avons dit, l'appareil de distribution qui communique, d'une part, avec les réservoirs et la réserve, et de l'autre, avec le mécanisme.

Cet appareil de distribution dont la partie la plus saillante est la bouillote d'eau chaude B, caractérise l'invention de M. Mékarski.

L'air emmagasiné dans les réservoirs à la pression de 28 atmosphères au départ, est obligé pour se rendre aux cylindres de la machine de traverser un récipient d'eau chauffée à 150 ou 160 degrés.

Ce passage de l'air à travers la vapeur en partie condensée du récipient, a pour effet de lui permettre de se détendre dans des limites plus fructueuses. On évite ainsi le refroidissement qui ne manquerait pas de se produire sans cet artifice, et dont le résultat serait une perte de puissance et des congélations pouvant arrêter le mouvement.

L'emploi de l'eau chaude rend, en outre, les joints plus étanches, et ce n'est pas un des moindres avantages de de cette heureuse application.

L'air arrivant, soit des réservoirs, soit de la réserve,

par l'un des tubes ff (l'un de ces tubes est masqué par l'autre dans le dessin), pénétre à l'aide du robinet R dans la bouillotte en suivant la conduite, se mêle à la vapeur, et vient se loger dans la chambre de distribution H. Au dessus de cette chambre est placé un régulateur de pression D, à diaphragme, à ressort d'air et à tension variable à volonté. Un piston surmonté d'une tige que termine un volant V sur lequel agit le mécanicien, permet de faire varier la tension du ressort d'air, et, par suite, la pression du débit.

De la chambre de distribution, l'air se rend par le robinet R' et la conduite g aux cylindres de la machine.

Des manomètres permettent de connaitre à chaque instant la pression dans les cylindres des réservoirs, dans ceux de la réserve et dans la bouillotte.

L'approvisionnement de la voiture automobile est de 1500 litres, ou $1^{mc}1/2$ d'air comprimé. Dans le trajet de Courbevoie à l'Etoile et retour, soit 7 kilomètres, cet approvisionnement n'a jamais été dépensé : une disposition ingénieuse permet, au reste, comme dans la machine Greenwood, sur une pente d'une certaine longueur d'emmagasiner une certaine quantité d'air.

La voiture de M. Mékarski se manœuvre avec beaucoup de facilité. Elle s'arrête, démarre, augmente ou ralentit sa marche presque instantanément et sans secousse. Elle passe aisément, à l'allure des chevaux au trot, dans les courbes de 20 mètres de rayon. Les deux tiers de la charge portant sur l'essieu moteur, elle a une grande adhérence qui lui permet de gravir avec toute sa charge des rampes de 46 millimètres.

La voiture Mékarski a produit sur le public une impression favorable.

L'absence de chaudière rassure les voyageurs. Il y aura toujours chez eux une certaine répugnance à prendre place dans une voiture où se trouvera une machine à vapeur, et tel qui ne craindra pas de voyager sur un bateau, assis au-dessus d'une chaudière, sera effrayé à l'idée de n'être séparé du générateur à haute pression d'un car que par l'épaisseur d'une cloison.

On s'est beaucoup préoccupé, et avec raison, de la dépense de la voiture Mékarski comparée à celle des autres moteurs.

Nous croyons que la question a été mal posée, et c'est pour cela peut-être que la réponse n'a pas été satisfaisante.

On a voulu comparer sa dépense à celle d'une locomotive à vapeur faisant le même travail, et l'on a trouvé que cette dernière est plus économique.

Est-ce bien là ce qu'on doit demander au moteur Mékarski? Tout ce qu'on peut exiger de lui, c'est de faire ce que ne peut pas faire la machine à vapeur et de coûter moins cher que les chevaux. On n'en est encore qu'à la période d'expérience, et il est certain que le prix de revient ne pourra que diminuer avec les perfectionnements que l'on apportera au moteur et à la production de l'air comprimé, tandis que la dépense des chevaux n'ira qu'en augmentant.

Le premier venu peut conduire la voiture automobile, et c'est déjà un grand avantage que de ne pas être obligé d'avoir recours à un personnel spécial.

On a fait valoir contre l'emploi du système Mékarski le temps perdu aux stations extrêmes pour renouveler

la provision d'air, mais ceci est une question d'installation et d'organisation de service.

En résumé, nous dirons que de tous les moteurs essayés jusqu'à présent, l'air comprimé, tel que l'emploie M. Mékarski, est le seul qui convienne à l'intérieur des villes pour des parcours ne dépassant pas 12 à 16 kilomètres.

Au reste, toutes les personnes appelées devant la Commission d'enquête, ont reconnu que la machine à air comprimé devait être préférée à la machine à vapeur, à la condition d'être aussi économique que cette dernière et d'un fonctionnement aussi régulier. Ceux qui ont vu circuler la machine Mékarski lui ont rendu pleinement justice.

La Société qui exploite le brevet Mékarski va appliquer prochainement l'air comprimé à un remorqueur.

Elle a traité, dit-on, avec la Compagnie des Tramways-Nord pour la traction de ses cars sur la ligne de Saint-Denis à la place Moncey et sur celle de Saint-Denis à la place de la Chapelle. Les voitures devront être construites avec impériale et disposées pour recevoir 46 voyageurs.

Nous donnons comme complément de ce que nous venons de dire sur la machine à air comprimé de ce système, l'extrait d'une brochure qu'a publiée la Société, et qui fait connaître le prix de revient kilométrique de la traction des voitures de tramways au moyen de ce moteur.

« Les deux types de machines dont l'emploi semble devoir être le plus fréquent, sont:

1° Des *voitures* automobiles, sans impériale, pour 30 voyageurs;

2° Des *remorqueurs* s'attelant à une voiture à impériale pour 45 voyageurs.

Les voitures automobiles, avec réservoir de 200 litres suffisant pour un parcours de 8 à 10 kilomètres, pèseront, à charge complète. . . . . . . 7 tonnes.

Les remorqueurs, avec réservoir de 5000 litres, suffisant pour un parcours de 10 à 12 kilomètres, pèseront 5,500 kgr; l'omnibus, 5,500 kgr; les deux véhicules ensemble. . . . . 11 tonnes.

On pourra d'ailleurs sans difficulté augmenter, suivant les circonstances, les parcours indiqués ci-dessus, en donnant aux réservoirs la capacité convenable. Ainsi la voiture automobile sans impériale peut être établie pour faire de 12 à 15 kilomètres avec un réservoir de 3,500 litres. Elle pèserait, dans ce cas, environ 8 tonnes.

Il sera également possible, lorsque le parcours n'excèdera pas 8 kilomètres, de construire des voitures automobiles à impériale avec réservoir de 2,500 à 3,000 litres; ces machines pèseront, à charge complète, 9 tonnes.

Le poids de ce matériel étant un peu considérable pour les voies de tramways ordinaires, son emploi sera probablement moins général que celui des voitures sans impériale et des remorqueurs.

On se bornera donc dans les évaluations ci-après à considérer ces deux types principaux pour lesquels, sur une voie analogue à celle de l'avenue de Neuilly, le

prix de la traction ressortira comme suit, par kilomètre parcouru :

	Voiture Automobile	Remorqueur
Combustible brûlé par les machines de compression.	$0^{fr.}07$	$0^{fr.}11$
Graissage, entretien et renouvellement du matériel de compression.	0.05	0.07
Graissage, entretien et renouvellement du matériel roulant — Machine.	0.10	0.05
Graissage, entretien et renouvellement du matériel roulant — Voiture.		0.06
Personnel de la traction : Mécaniciens.	0.10	0.10
Personnel de l'usine de compression. .	0.05	0.07
Totaux.	0.37	0.46

Cette estimation est basée sur les données expérimentales suivantes :

1° Le travail que peut effectuer une machine à air comprimé sur une voie analogue à celle de l'avenue de Neuilly, en dépensant un approvisionnement d'air comprimé à 28 atmosphères jusqu'à 3 atmosphères au plus bas, est de 35 tonnes kilométriques par mètre cube de réservoir.

2° La force motrice nécessaire pour le chargement d'un réservoir d'air comprimé de 3 atmosphères à 28. est de 5 chevaux par mètre cube et par heure.

On en déduit que pour une voiture automobile sans impériale pesant 7 tonnes, la dépense d'air par kilomètre équivaut au travail d'un cheval vapeur pendant une heure, et, pour les remorqueurs, à une fois et demie autant.

Majorant ces résultats de 33 0/0 pour tenir compte des manœuvres et des diverses éventualités qui peuvent se produire, il convient de compter par kilomètre parcouru :

	Pendant une heure
Pour les voitures sans impériale. . .	1 Cheval 1/3
Pour les remorqueurs avec voitures à impériale.	2 Chevaux.

La dépense de combustible des machines puissantes qui seront affectées à ce service, ne dépassera pas 1 k. 500 par cheval et par heure ; elle ressortira donc par kilomètre :

	Houille
Pour les voitures sans impériale, à .	2 kilog.
Pour les remorqueurs avec voitures. à impériale, à.	3 —

Soit respectivement, à Paris, à 0 fr. 07 et 0 fr. 11, en comptant la houille à 35 francs la tonne.

On voit par ce qui précède que les chiffres de 0 fr. 05 et 0 fr. 07 donnés pour l'entretien et le renouvellement des machines de compression, correspondent à 0 fr. 035 par cheval et par heure, ce qui, pour des machines dont la force sera en général de 60 à 75 chevaux, est largement suffisant.

Les frais de personnel sont calculés en supposant que chaque homme ne fournira en moyenne que 10 heures de travail par jour, ce qui correspond pour les mécaniciens des voitures à un parcours journalier utile de 70 kilomètres. Le salaire moyen de cet agent est donc évalué à 7 fr. par jour.

Quant au personnel de l'usine de compression, les estimations précises faites dans un certain nombre de cas déterminés, ont fait voir que les frais de cet ordre représenteront en général, avec les voitures automobiles, 50 0/0 des frais du personnel de la traction. Avec les remorqueurs, la proportion sera un peu plus élevée.»

Il nous reste, pour terminer cette étude des moteurs mécaniques, à dire quelques mots d'un moyen adopté à San-Francisco pour desservir une rue centrale de 14 mètres de largeur très-peuplée et à profil accidenté.

139. *Tract.on funiculaire.* Cette rue présente une rampe de 855 mètres de longueur dont la plus forte inclinaison est de 16 pour cent, suivie au sommet d'une pente de 3 pour cent sur une distance de 152. m. La longueur totale d'application du système est ainsi d'un kilomètre. Dans ce parcours la rue présente de nombreux coudes. Aux deux extrémités les cars sont repris par des chevaux.

La ligne est à deux voies dont l'écartement est de $1^{m}.06$. Les rails en forme de T ne pèsent que 10 kilog.

Une corde sans fin, de 7 centimètres de diamètre, en fils d'acier, est placée dans un tube au dessous de chaque voie, et portée sur des poulies fixes droites et de renvoi, espacées tous les 14 mètres en moyenne. Elle est mise en mouvement pendant toute la durée du service par une machine à vapeur de la force de 30 chevaux.

Le mouvement est communiqué de la machine à la corde à l'aide de poulies dont la circonférence est garnie de mâchoires, et de la corde au car, au moyen de quatre pinces liées au *car de traction* par une tige qui passe

dans une ouverture pratiquée dans le haut du tube. Un volant à portée du conducteur de ce car lui permet de serrer la corde entre les pinces, ce qui donne la marche, ou de l'en éloigner, ce qui provoque l'arrêt. La corde monte par un tube et redescend par l'autre.

Les voitures ne pèsent que 1260 kilog. et portent 14 voyageurs, mais, en réalité, on en fait entrer 44, ce qui, avec les 9 voyageurs du *car de traction* donne un totalde 53. Six cars sont en service et font chaque jour 158 voyages. Le nombre des voyageurs transportés par voyage est, en moyenne, de 21.91.

La ligne entière a coûté 500,000 francs, et la partie que nous venons de décrire 300,000 francs, y compris les bâtiments, machines, etc.

Le câble a été renouvelé en 1875; il datait du mois de septembre 1873. On est tenté de croire, en présence de cette dépense que l'on ne croyait pas devoir être si prochaine, que la traction de cette ligne sera très onéreuse.

L'auteur du projet est M. Hollidie, ingénieur de San-Francisco.

En résumé, de tous la moteurs qui ont été essayés pour la traction des tramways, deux seulement restent aujourd'hui en présence : la vapeur et l'air comprimé pouvant l'un et l'autre être placés avec les voyageurs ou isolés sur des trucks.

Avec l'air comprimé, les craintes du public à l'endroit des moteurs en contact avec lui n'ont plus leur raison d'être, et la voiture automobile de petite contenance, partant souvent, nous paraît être pour les villes le véhicule de l'avenir.

QUATRIÈME PARTIE

CHEMINS DE FER SUR ROUTES

CHAPITRE XI

UTILISATION DES ROUTES COMME VOIES FERRÉES

Les chemins de fer sur routes participent à la fois des tramways et des chemins de fer ordinaires.

En Angleterre, toute voie ferrée posée sur une route, que les rails soient creux ou saillants, qu'on l'exploite avec des chevaux ou avec des machines, prend le nom de tramway.

En France, l'Administration fait une distinction entre les deux, et leur applique un cahier des charges différent.

Les tramways ne devant faire aucune saillie sur les chaussées peuvent en occuper le milieu, tandis que les chemins de fer sur routes étant généralement formés

de rails saillants, sont placés sur les accotements pour ne pas gêner la circulation des véhicules ordinaires.

140 *Tramways de banlieue.* — Les tramways de la banlieue des grandes villes ne sont le plus souvent que le prolongement des chemins de fer des rues.

Si la traction doit se faire avec des chevaux, on doit les construire et les exploiter comme les voies ferrées des villes.

Avec un moteur mécanique les conditions changent un peu. Le pavage des voies et de l'entrevoie n'est plus nécessaire, et on peut se contenter de simples boutisses pour maintenir l'empierrement le long des rails.

Un des ingénieurs anglais les plus compétents en matière de tramways, trouve que le rail à gorge ordinaire peut recevoir sans inconvénient des machines, parce que, dit-il, un faible boudin suffit pour les maintenir sur la voie. Selon lui, on peut avec des rails de 27 kilog. faire supporter à chaque roue un poids de 3 tonnes. Beaucoup d'ingénieurs ne partagent pas cette manière de voir. Ils considèrent que sur une ligne semée de courbes et de changements de voie, on s'expose avec des machines légères à des déraillements, si on ne donne pas aux boudins une hauteur plus grande que celle adoptée pour les cars. Un poids de 2 tonnes par roue leur semble être, d'ailleurs, un maximum.

141. *Systèmes de voie pour traction mécanique.* — La voie formée de rails en U renversé, celle des embranchements posés sur les quais de nos villes maritimes, la voie de Lille avec ornière de $0^{m},045$, se prêtent à l'emploi des machines et au passage des wagons des chemins de fer ordinaires, à la condition, cependant,

que le rayon des courbes ne soit pas inférieur à 50 mètres.

L'avantage de l'ornière avec pavés est de permettre de donner aux boudins des roues la hauteur nécessaire pour maintenir sur la voie le moteur mécanique, dans le passage des courbes raides et des croisements.

Un système de voies convenant également à la circulation des machines, est celui de M. Dufrane-Macart, de Bruxelles.

Le rail a 15 centimètres de hauteur. Il est profilé pour maintenir le pavé à distance et obtenir une rainure droite, régulière et parallèle à son champignon, permettant aux bourrelets des roues un passage facile et sans efforts.

On peut le poser sur des traverses en chêne comme aux Tramways-Nationaux d'Anvers, ou sur des traverses avec addition d'entretoises comme aux Tramways-Sud de cette ville.

A Metz, les traverses en chêne ont été remplacées par de larges longrines en fer présentant trois nervures.

Enfin, dans les derniers perfectionnements apportés à son invention, M. Dufrane a substitué aux longrines des traverses en fer à T sur lesquelles sont boulonnées les éclisses qu'il a employées à Anvers.

Le système de M. Dufrane a été appliqué sur près de 50 kilomètres, et il paraît, quant à présent, avoir donné de bons résultats.

142. *Largeur des chaussées pouvant recevoir un tramway de banlieue.* — L'Administration n'exige pas

pour les tramways posés sur les routes la même largeur de chaussée que dans l'intérieur des villes.

Sur les routes qui ne sont pas bordées de maisons, on n'a pas à se préoccuper du stationnement des voitures à droite et à gauche de la voie.

On réduit d'un côté la distance entre la crête de l'accotement et le premier rail à 50 centimètres, soit 25 centimètres au moment du passage d'un car, et en conservant $2^m,75$ pour le roulage ordinaire, on a pour la largeur minima d'une chaussée pouvant recevoir une voie de tramway :

Distance entre l'accotement et le car.	$0^m,25$
Largeur du car.	2, 00
Largeur réservée au roulage.	2, 75
Total.	$5^m,00$

Si on veut avoir la largeur minima pour deux voies, il suffit d'ajouter au chiffre de 5 mètres celui que représente la largeur du car, soit 2 mètres ou $2^m,10$, et la distance de 50 centimètres comprise entre deux cars au moment de leur croisement. On a alors $7^m,50$ comme largeur minima de la chaussée pour une double voie de tramway.

M. Challot, auquel nous empruntons ces chiffres, fait remarquer avec raison qu'ils n'ont rien d'absolu, mais qu'ils peuvent guider dans l'étude d'un projet.

143. *Transport des marchandises sur les tramways de banlieue.* — Si avec les différents genres de voie dont nous venons de parler, on peut faire circuler la nuit les *wagons* des chemins ordinaires destinés aux usines et

entrepôts placés le long de la route, il n'en est pas de même dans l'intérieur des villes.

En France, le peu de largeur de l'ornière des rails autorisée par l'Administration s'opposant au passage sur les voies des villes des wagons des chemins de fer, il faut employer des wagons spéciaux, qui ne diffèrent des cars ordinaires que par les caisses. MM. Delettrez ont fait construire pour des tramways étrangers des wagons plats, des wagons à houille et des wagons fermés pesant 2t,5 et pouvant porter 7 tonnes. Chaque véhicule est pourvu d'un frein et de deux plates-formes où se tient le cocher. Leur prix est de 2,300 francs, de 2,600 fr., et de 2,900 francs, suivant le modèle.

En Angleterre, sur les tramways de la Vallée de la Clyde, où l'ornière a la largeur ordinaire, les wagons des chemins de fer circulent en roulant sur leurs boudins. Peu de compagnies, en France, seraient disposées à tolérer ce mode de fonctionnement.

144. *Chemins de fer industriels, agricoles et à faible trafic établis sur les routes.* — En dehors de la banlieue des villes, les routes peuvent-être utilisées comme voies ferrées, soit pour relier des établissements industriels et agricoles importants aux ports d'embarquement ou aux stations de chemins de fer, soit pour tenir lieu de chemins de fer à faible trafic tracés à travers champs.

On ne se fait plus d'illusions aujourd'hui sur l'avenir qui est réservé aux chemins de fer d'intérêt local dont le prix de revient n'est pas en rapport avec la recette.

Il nous serait facile de citer plusieurs chemins de fer en France, qui ont coûté de 120 à 150,000 fr. le kilomètre, et dont les recettes ne couvrent pas les dépenses.

Dans une brochure sur cette question écrite par un de nos collègues, M. Dagail, l'auteur dit :

« On peut poser en principe, que les chemins de fer « d'intérêt local construits à voie de 1 mètre 50 et « exploités avec le matériel ordinaire, doivent donner, « *au moins*, une recette brute de 8 à 10,000 fr. par an « et par kilomètre. »

Bien peu parmi les lignes qui nous restent à construire en France, sont susceptibles de fournir une pareille recette

Il y a, il est vrai, la ressource des subventions des départements et des communes. Mais combien de localités ne sont pas assez riches pour subventionner des voies ferrées à travers champs !

145. *Résistances au roulement sur les chemins de fer sur routes.* Les résistances au roulement sont plus sensibles sur les chemins de fer sur routes que sur les chemins de fer ordinaires, quoiqu'ils soient les uns et les autres formés de rails saillants. Ces résistances subissent, comme sur toute voie ferrée, l'influence de la vitesse, de l'état de la voie et du matériel roulant.

Comme il est difficile d'entretenir aussi bien un chemin de fer sur une route qu'un chemin de fer isolé, la résistance totale est de 1/5 plus grande sur le premier que sur le second, toutes choses égales d'ailleurs.

En rampe, elle augmente de 1 kilog. par tonne pour chaque millimètre d'inclinaison.

C'est dans le passage des courbes à court rayon qu'elle est le plus sensible, car, indépendamment des

influences signalées plus haut, la résistance varie suivant :

1° Le rayon de la courbe ;

2° L'écartement des essieux et le diamètre des roues ;

3° La conicité donnée au bandages ;

4° La largeur de la voie ;

5° La longueur du train ;

6° Le chargement des wagons, la résistance par tonne augmentant d'autant plus que la charge utile est plus faible.

On n'a pas fait jusqu'à présent d'expériences assez suivies sur les résistances à vaincre dans le passage des courbes raides à différentes vitesses, pour que l'on puisse établir des formules qui s'appliquent à tous les cas. On ne peut donc raisonner que par déduction, et, pour atténuer le plus possible ces résistances, il faut agir à la fois sur la voie et sur le matériel roulant.

Le surécartement que l'on donne à la voie dans les courbes à faible rayon facilite le passage des trains. Il devrait être d'autant plus grand que le rayon est plus petit et l'écartement des essieux plus grand. Mais il est limité par la largeur des jantes, la roue intérieure devant porter sur le rail d'une quantité suffisante, quand la roue extérieure a son mentonnet appliqué contre le rail du grand rayon.

Le chiffre adopté en France par la plupart des grandes compagnies est de 1 centimètre.

Le surécartement est raccordé sur deux longueurs de rails dans les courbes, soit sur 12 mètres de chaque côté, si on emploie des rails de 6 mètres Aux Etats-

Unis, la voie est élargie de 1 pouce (2 c. 1/2) dans les courbes raides.

La conicité donnée aux bandages a également pour but de diminuer la résistance dans les courbes, en augmentant le diamètre du roulement des roues extérieures à un degré proportionné à la plus grande distance qu'elles ont à parcourir sur le rail extérieur. Son rôle, combiné avec celui du surécartement de la voie, est de racheter la différence des chemins parcourus par les deux roues solidaires, en faisant rouler la roue intérieure sur sa petite circonférence, et la roue extérieure sur sa grande. C'est ce qui a lieu, en vertu de la force centrifuge, lorsqu'un train passe à grande vitesse dans une courbe.

Pour éviter le frottement des boudins contre les rails extérieurs, on donne à ces derniers un certain surhaussement ou dévers. Mais ce surhaussement ne peut convenir également aux trains de voyageurs et aux trains de marchandises à cause des différences de vitesse. Lorsqu'un train de petite vitesse, qui n'a pas à redouter les effets de la force centrifuge, franchit une courbe à court rayon, les véhicules qui le composent subissant l'influence de la force centripète, les jantes glissent sur le plan incliné formé par la voie et les boudins des roues intérieures viennent frotter contre les rails du petit rayon.

Il arrive alors que le diamètre du roulement des roues intérieures augmentant tandis que celui des roues extérieures diminue, les premières sont forcées de glisser et de rouler en même temps que les secondes pour se mettre d'accord avec elles. Ce glissement pro-

duit sur les essieux un effort de torsion qui peut amener leur rupture.

Aussi les Américains, tout en continuant à donner à la voie un dévers souvent exagéré, ont-ils diminué sensiblement la conicité. Après avoir été parfois supérieure à 1/20 (chiffre généralement adopté en France), elle n'est plus aujourd'hui sur les principales lignes de l'Union que de 1/50. Un ingénieur américain, M. Trautwine, auteur d'un Traité pratique sur le tracé des courbes de chemins de fer très-estimé aux Etats-Unis, dit à ce sujet :

« Si la conicité des bandages permet aux cars de « passer plus aisément dans les courbes, elle ajoute à « la résistance en ligne droite. Les différences dans « l'écartement de la voie font cheminer le train en « zigzag, les boudins frottant tour à tour contre les deux « files de rails. » C'est la conséquence du mauvais état dans lequel se trouvent la plupart des voies en Amérique. Comme le fait ne manquera pas de se produire sur les chemins de fer sur routes, l'observation de M. Trautwine méritait d'être signalée.

Au chemin de fer de Festiniog, établi à la voie de $0^m,60$, et où le rayon des courbes descend à 40 mètres, quelquefois même à 35 mètres, la surélevation du rail extérieur a été portée à $0^m,05$, et même $0^m,07$, qui correspond à la vitesse maxima de 20 kilom. à l'heure. Pour faciliter l'entrée des courbes raides on s'est servi d'arcs paraboliques

En France, où l'on ne pourra traverser les villages qu'au pas, c'est à dire à la vitesse de 5 kilom. à l'heure, le dévers à donner au rail extérieur de la voie de 1 mètre

ne devra être que de $0^m,0065$ pour des courbes de 30 mètres, hauteur insignifiante et qu'il sera toujours possible de trouver dans le remaniement des chaussées.

146. *Largeur de la voie qui convient aux chemins de fer sur routes*. Une réduction dans la largeur de la voie diminue la résistance qu'éprouve un train en circulant dans une courbe.

M. Goschler dans son ouvrage sur les *Chemins de fer nécessaires*, arrive, à propos de la comparaison entre la petite voie et la grande, à cette conclusion intéressante : que les résistances au passage dans les courbes sont entre elles comme les racines carrées des largeurs de voie.

M. Couche, de son côté, dit en parlant de la transformation des routes en voies ferrées :

« Si, cependant, comme cela est probable, l'avenir « lui en réserve quelques unes, l'adoption d'une voie « réduite pourra être souvent non-seulement justifiée, « mais même imposée par suite de la largeur restreinte « de la voie concédée. C'est ainsi que la cote de $1^m,10$ « a été adoptée pour la traversée provisoire du Mont- « Cenis, avec application du rail central. La petitesse « du rayon de plusieurs courbes était, d'ailleurs dans « ce cas, un argument de plus en faveur d'une largeur « réduite. »

Le chemin de fer du Mont-Cenis est la première voie ferrée sur route qui ait été autorisée en France à transporter des voyageurs et des marchandises. Elle occupait une largeur de 3 mètres 50 sur une route qui avait de 9 à 10 mètres. Le Cahier des charges stipulait que la part

faite au roulage devait être, au moins, de 6 mètres. Une clôture solide isolait le chemin de fer de la circulation ordinaire.

Entre Lanslebourg et l'Hospice le rayon des courbes ne dépassait pas souvent 40 mètres.

La petite voie présente les avantages suivants :

Diminution dans les frais d'entretien de la voie par suite du peu de charge des essieux des machines et du matériel de transport ;

Une meilleure proportion entre le poids non payant et le poids payant qui est, en général, de 1 à 3 pour la petite voie, tandis qu'elle n'est que de 1 à 2 pour la grande ;

Une utilisation plus complète du matériel roulant, l'emploi de petit wagons permettant de trouver plus facilement un chargement de 2 à 4 tonnes qu'un chargement de 10 tonnes ;

Une plus grande facilité dans les manœuvres de gare, et, par suite, une économie dans la manutention.

Il est des cas, cependant, où il est nécessaire de conserver la grande voie : c'est lorsqu'il s'agit, par exemple, de rejoindre sur une petite distance une station de chemin de fer ordinaire à voie de $1^m,50$. Le poids des rails doit être alors calculé en vue des wagons de la grande ligne, et la traction peut-être faite par une locomotive légère dont la charge sur les roues ne dépasse pas celle que supportent les roues des véhicules de transport.

La largeur type de la petite voie aux Etats-Unis est de 36 pouces ($0^m,91$). Cependant, il existe plusieurs lignes ayant $1^m,06$ d'écartement. Sur quelques petites

voies ferrées locales la largeur varie de $0^m,61$ à $1^m,21$.

Un ingénieur anglais, M. Percivald Heywood, considère la cote de $0^m,62$ comme la plus convenable pour la petite voie. Sur plusieurs chemins industriels elle n'est souvent en Angleterre que de $0^m,46$ et même $0^m,38$. M. Heywood cite une petite ligne établie à Furness Abbey avec un écartement de 20 centimètres.

En France, la largeur qui paraît devoir être généralement adoptée pour les chemins de fer sur routes est de 1 mètre, mais sur plusieurs petites lignes industrielles elle ne dépasse pas $0^m,76$ et même $0^m,60$.

» Il est généralement admis, dit M. Morandière, que
» les voitures de la voie étroite peuvent avoir 2 fois 1/2 la
» largeur de la voie ; par suite, $2^m,60$ à $2^m,50$ corres-
» pondent à une voie de 1 mètre. Mais, si le transport
» des voyageurs est accessoire, une voie de $0^m,75$ don-
» nant encore une largeur de voiture de $1^m,80$, serait
» suffisante. »

Sur le chemin de fer de Festiniog à Port-Madoc, les déclivités varient de $0^m,005$ à $0^m,010$. Les rails pèsent 24 kilog, et cependant sur cette ligne miniature circulent à la vitesse de 20 kilomètres à l'heure des trains de 94 tonnes transportant des voyageurs.

L'exemple du chemin de Festiniog prouve qu'on peut franchir sans danger des courbes de 35 mètres à une vitesse de 20 kilomètres, ce qui ne serait pas possible avec la voie normale de $1^m,44$. A cette vitesse, qui est considérée comme un maximum par l'Administration pour les voies ferrées sur route, le transport des voyageurs peut se faire aussi sûrement sur la petite voie *que sur* la grande.

147. *Transbordement.* — On reproche à la voie réduite d'exiger le transbordement des marchandises quand elle se raccorde à la voie normale de $1^m,44$.

Sur les grandes lignes le transbordement n'est supprimé que pour les wagons complets Les wagons de détail sont déchargés aux gares d'échange.

La grande ligne et l'embranchement auraient-ils le même écartement, qu'il y a avantage pour ce dernier à décharger ses wagons et à les garder sur ses rails.

En effet, pour les lignes à très-faible trafic une des premières conditions d'une exploitation économique est l'emploi d'un matériel léger, proportionné au poids des rails.

Comment se comporteraient dans les démarrages brusques et les manœuvres de gare à coups de tampons, des wagons de ce genre intercalés sur la grande ligne entre des voisins plus robustes et plus lourdement chargés qu'eux ?

Et, d'aillleurs, une fois passés à la grande ligne, les wagons de l'embranchement restent souvent absents. Le matériel à un moment donné fait défaut à la petite ligne, qui est obligée, pour ne pas arrêter son trafic, d'accepter en échange les gros wagons de la ligne principale ; ce qui n'est admissible que pour de courts embranchements. (§. 145.)

On peut donc dire que, même dans le cas où les voies auraient la même largeur, la petite ligne serait intéressée à opérer le transbordement. Diverses dispositions peuvent, au reste, faciliter ce travail.

Pour les marchandises d'une manutention facile, le système le *plus simple* est de construire deux voies d'é-

vitement parallèles, à des hauteurs différentes, et de les séparer par un quai au niveau duquel viennent affleurer les planchers des wagons. A l'aide du petit matériel de transport employé dans les gares, il est facile de rouler les colis de l'un à l'autre wagon et d'en opérer rapidement la manutention. Pour certaines marchandises arrivant par wagons complets, les ardoises, par exemple, l'intermédiaire du quai est inutile ; le transbordement s'opère directement de wagon à wagon.

Pour les grosses marchandises on établit sur le quai une grue double, fixe ou roulante.

Enfin, pour les minerais on peut, comme à la station de Minford, commune au *Festiniog* et au *Cambrian Railway*, élever à côté de la voie où sont placés les wagons à charger, un quai sur lequel on amène les wagons à décharger. Un appareil d'une manœuvre facile permet d'imprimer à ces derniers un mouvement de bascule dans le sens longitudinal, et de les vider sur un plan incliné qui conduit les minerais dans le wagon, placé en contre bas du quai.

Divers moyens ont été proposés pour éviter le transbordement des wagons ordinaires sur ceux de la voie réduite, et vice versâ. MM. Joyant et Dumont, auteurs d'une Etude pratique sur les chemins de fer à voie étroite, indiquent celui qui a été proposé par M. Waldegg, en Allemagne.

L'auteur de ce système supprime les caisses dépendantes des châssis et les remplace par des petits wagons ne fer pouvant porter 2,500 kilogrammes de marchandises. Ces wagons sont munis de galets qui permettent de les rouler facilement d'un truck sur un autre, au

moyen de deux petits ponts en fer double T sur lesquels portent les galets.

M. Waldegg admet qu'une caisse forme le chargement d'un truck de la voie de $0^m,75$, et deux caisses celui d'un truck de la voie de 1 mètre. Un wagon ordinaire de 10 tonnes pourrait donc recevoir quatre caisses, soit le chargement de quatre wagons de la voie de $0^m,75$, ou celui de deux wagons de la voie de 1 mètre.

M. Dathis propose un système analogue. Seulement, il pose dans la longueur des wagons des rails sur lesquels on fait rouler les caisses dont les galets sont munis de boudins. La communication entre les quais et les wagons s'établit à l'aide de rails mobiles.

On peut reprocher à ces deux dispositions d'être d'une application difficile avec le matériel actuel des grandes compagnies.

Les déchets des marchandises résultant du transbordement sont moins considérables qu'on ne le croit généralement.

Ainsi, la perte pour la houille n'est que de 1 à 3 pour cent. Le prix de la manutention est de 18 centimes par tonne.

En général, on peut compter pour la manutention de toutes marchandises, sur une moyenne de 20 à 25 centimes par tonne.

Les verreries, les sucres, les calicots, les charbons de bois, sont placés le plus souvent dans des cadres qu'on peut faire passer, à l'aide d'une grue, du wagon de la petite compagnie sur celui de la grande.

148. *Chemins en bois en Amérique.* — Parmi les chemins économiques destinés surtout à desservir des

usines et des mines, on peut citer en première ligne les chemins en bois en usage dans quelques parties du Nord et du Sud de l'Amérique. Plusieurs sont desservis par des locomotives légères dont le poids en charge varie de 5,000 à 8,000 kilogr.

Dans le Nord le bois employé est l'érable. Le rail est formé d'une longrine de 5 à 6 mètres de long dont la face supérieure est profilée suivant le bandage des roues. On lui donne comme dimensions 10 c. × 13 c. ou 13 c. × 18 c., suivant le poids des locomotives.

Les traverses ont les mêmes dimensions que les rails. Elles sont équarries, avec entaille en queue d'aronde pour recevoir les longrines. La liaison des rails et des traverses a lieu à l'aide de coins, comme dans les premiers tramways construits aux Etats-Unis. L'espacement des traverses est de 0 m,61 à 0 m,75 pour les rails les plus légers, et de 1 m,21 pour les rails les plus lourds. Comme dans les tramways, les joints des rails reposent sur le milieu des traverses.

Quelquefois on emploie pour les rails des bois d'essence tendre, et on place sur la face supérieure des longrines une bande d'érable qui tient lieu de rails. On évite ainsi de changer les longrines quand elles sont usées. Le bois de ces voies ne coûte que 1,460 fr. le kilomètre.

La législature de la province de Québec garantit 3 pour cent aux chemins en bois à la condition qu'ils ne coûteront pas plus de 9,250 fr. le kilomètre, non compris l'établissement des ponts ayant 46 mètres, et au delà, pour lesquels un intérêt spécial est garanti.

Les rails en bois sont glissants. Ils ne conviennent

pas pour les fortes rampes et les courbes roides. Les machines doivent déployer la moitié, quelquefois même les deux tiers, de plus de puissance que sur les voies ferrées.

149. *Poids des rails. Composition de la voie* — Le poids des rails en usage aux Etats-Unis pour les voies ferrées économiques varie de 8 à 22 kilogr. par mètre courant. Le rail Vignole à tête large, à âme courte, de $12^{kg},5$ à $14^{kg},5$, est le plus employé. Dans les localités où le bois abonde, on donne la préférence au rail de 6 kilogr. porté sur longrines de 8 c. × 13c., avec traverses espacées tous les 91 centimètres. Ainsi posé, ce rail résiste aussi bien que le rail de 22 kilogr. sans supports longitudinaux.

Nous donnons, fig. 7, Pl. 17-18, les types de rails fabriqués en France par le Creusot pour chemins de fer économiques. Ils font un excellent usage. Celui de 20 kilogr. a été adopté pour la petite voie ferrée sur route de Rueil à Marly-le-Roi.

Voici de quoi se compose une travée de voie de 6 mètres, à l'écartement de 1 mètre, avec rails Vignole de 16 kilogr. Les joints peuvent être soutenus ou en porte-à-faux ; nous les supposons ici appuyés sur une traverse de joint.

2 rails Vignole de 16 kilogr.	192^{kg}.
7 traverses : 6 intermédiaires et 1/2 à chaque extrémité, ayant $0^{m},12$ × $0^{m},18$ × $1^{m},50$ ou $1^{m},80$.	» »
36 crampons de $0^{k},225$.	$8^{k},10$
4 éclisses (2 paires) de $2^{k},50$	$10^{k},00$
8 boulons de $0^{k},20$.	$1^{k},60$

A ces fournitures il faut ajouter celle du ballast qui a généralement $2^m,10$ de largeur et de $0^m,30$ à $0^m,40$ de hauteur ou de profondeur, suivant la position de la voie sur l'accotement.

La main-d'œuvre comprend : le dressement de la plate-forme, l'entaillage des traverses, les transports â pied-d'œuvre, la pose de la voie, les travaux accessoires.

150. *Pose de la voie ferrée sur les routes.* — Les trois spécimens de Lagny, de Tavaux-Pontséricourt et de Broëlthal que nous donnons fig. 3,4 et 5, Pl. 17-18, indiquent comment la voie peut être posée sur l'accotement d'une route.

Pour la première de ces lignes, elle est placée parallélement à une route départementale dont elle est séparée par un fossé. L'administration des travaux publics n'a pas cru pouvoir, à ce qu'il paraît, aliéner en faveur de la Compagnie une partie quelconque de la route.

Pour le chemin de fer de Tavaux-Pontséricourt la voie est posé en saillie sur un des côtés de la route. Cette disposition est la plus heureuse ; on croit, cependant, qu'elle ne sera pas acceptée en France pour les lignes à établir.

La voie du chemin de fer de Broëlthal est placée au niveau de l'accotement. Le passage pour les boudins est obtenu par la dépression intérieure du macadam.

Pour ne pas avoir à employer des rails creux et soustraire, le plus possible, la voie au passage des voitures ordinaires, on peut élever le niveau des rails à 10 centimètres au-dessus de la chaussée, et lui donner la dis-

position de celle de Broëlthal. Elle forme alors une sorte de trottoir analogue aux berges surélevées de beaucoup de routes.

MM. Gambaro et Jules Morandière ont fait en Alsace les études d'un chemin de fer qui empruntait sur près de 40 kilom. l'accotement d'une route nationale d'une largeur de 10 mètres. La voie formait une saillie de $0^m,30$, bordée du côté intérieur par une murette en maçonnerie, et du côté extérieur par une banquette de $0^m,30$. L'emprise totale était de $3^m,50$, laissant à la route une largeur de 7 mètres pour la circulation ordinaire.

La pose de la voie se fait pour les chemins de fer sur routes comme pour les chemins de fer ordinaires. On peut consulter à cet égard les traités spéciaux, et, entre autres, le *Manuel pratique des poseurs de voie de chemins de fer* par M. Salin, chef de section au chemin de fer d'Orléans.

Dans les passages à niveau on place des contre-rails qu'on relie aux rails par des entretoises boulonnées, afin de régler la dimension de l'ornière.

MM. Gambaro et J. de Morandière avaient, dans leur projet, remplacé pour la traversée des villages le deuxième rail formant contre-rail, par un fer à double L fixé aux traverses et boulonné aux rails de distance en distance. Cette disposition économique nous semble pouvoir être adoptée, quand l'Administration refuse de laisser prendre l'ornière dans l'intervalle qui sépare le pavé des rails.

151. *Accessoires de la voie.* — Les changements de voie en usage sur les chemins de fer industriels et agricoles sont très-simples. Ils se composent le plus

souvent de deux rails mobiles réunis par une barre d'écartement, et pouvant être déplacés à l'aide d'une tringle dite de manœuvre. Des changements de ce genre avec un appareil de manœuvre composé d'un levier à douille et d'un contre-poids, ont été installés à la gare de Rueil, sur le tramway de Marly-le-Roi.

Le type d'aiguillage réglementaire des grands chemins de fer est préférable pour les lignes à voyageurs, surtout quand il s'agit d'évitements placés en pleine voie.

Afin de ne pas avoir à l'entrée de ces évitements un aiguilleur à poste fixe, on place l'aiguille suivant la direction que l'on veut donner aux trains, en leur faisant prendre pour se croiser la voie à leur gauche, contrairement à ce qui se fait pour les tramways où l'on prend la voie à droite. On fixe l'aiguille par une clef d'arrêt qui traverse le levier droit et la douille, et dont l'extrémité porte une entaille dans laquelle passe nn cadenas. Il est alors impossible de retourner le contrepoids, et pour manœuvrer l'aiguille il faut soulever le levier qui porte la lentille. Dès qu'on cesse de le soutenir, l'aiguille reprend sa position première. C'est ce qui arrive au passage des trains sortant de l'évitement, parce qu'alors l'aiguille est prise par le talon. Le même fait se produit avec l'aiguille à ressort des tramways (Construction, § 71.)

Les plaques tournantes ne sont, en général, nécessaires qu'aux extrémités des lignes. Les Américains s'en servent le moins possible, et retournent les trains à l'aide d'un Y (triangle circulaire.) Les plaques en fonte et fer conviennent très-bien aux petites lignes

économiques où le poids du matériel roulant est plus léger et la vitesse plus réduite. Celles employées sur le petit chemin de fer de Lagny ont un diamètre de 2m,75. Elles coûtent à l'atelier 1,400 fr. et font un bon service.

152. *Stations et haltes.* — Il n'y a pas lieu de se préoccuper des stations intermédiaires toutes les fois qu'un chemin de fer peut pénétrer dans un village. Une auberge ou un café, avec pièce séparée pour les voyageurs et un local pour serrer les bagages et la messagerie, suffit dans la plupart des cas.

On trouve souvent à l'entrée des villages des hangars qui peuvent servir de gare aux marchandises en y établissant des voies de raccordement.

Aux carrefours des routes on peut établir des haltes indiquées au public par un simple poteau. Le train ne s'y arrête que s'il a à prendre ou à laisser des voyageurs. L'enregistrement des bagages pouvant se faire à l'aide d'une petite bascule dans le fourgon du train ou dans le compartiment de la voiture qui en tient lieu, il n'est pas besoin d'avoir du personnel aux haltes.

Dans les villes qui sont le point de départ de la voie ferrée, on est quelquefois obligé de construire des bâtiment destinés à recevoir les voyageurs et les marchandises, à remiser le matériel roulant et à renfermer les ateliers de réparation.

Ces constructions sont, en général, placées en dehors des villes, et quand il s'agit de faire pénétrer à l'intérieur voitures et wagons, on prend le parti de les y amener à l'aide de chevaux, ainsi que cela a lieu en Amérique.

La Société industrielle Suisse de Neuhausen construit sur le modèle américain des voitures pour voies à écartement de 0m,75 et de 1 mètre. Les voitures et wagons couverts, à la voie de 0m,75, sont portés sur deux bogies dont les roues ont 0m,30 de rayon. Les voitures, ont la forme omnibus et contiennent 24 voyageurs assis. Leur largeur à la ceinture est de 1m,55, leur hauteur dans l'axe de 2m,65, et leur longueur de 7 mètres. Elles sont montées sur ressorts en spirale. Leur poids à vide est de 2,100 kilogr., soit 87kg,5 par voyageur, tandis que dans les cars américains il atteint 158 kilogr.

Les wagons couverts pèsent également 2,100 kilogr.; leur longueur est de 6m,50. L'écartement des essieux est pour chaque bogie de 80 centimètres, et la distance entre leurs axes ne dépasse pas 3m,50. Voitures et wagons sont munis de freins que l'on peut manœuvrer de l'avant ou de l'arrière du véhicule.

Sur le tramway de l'arsenal de Chatam, formé de plaques en fonte de 2m,75 de long dans lesquelles on a ménagé des ornières dont l'écartement aux axes est de 46 centimètres, on emploie pour le transport du personnel des wagons portés sur deux bogies et pouvant recevoir de 30 à 50 hommes assis dos à dos, comme sur le chemin de Festiniog. La largeur du véhicule est triple environ de celle de la voie, soit 1m,41 ; la longueur est de 6m,10, et la hauteur de 1m,21.

Les voitures à quatre essieux ne sont pas les seules que l'on construise en Suisse pour la voie réduite. La Société de Neuhausen fabrique pour la voie de 1 mètre des voitures à deux essieux écartés de 2m,25, dont les

roues ont $0^m,75$ de diamètre. Elles peuvent recevoir dans deux compartiments à banquettes transversales 24 voyageurs assis. Leur longueur est de $6^m,60$ y compris les paliers des bouts, et leur largeur de $1^m,95$. Leur poids est de 2,600 kilogr. Elles sont suspendues sur ressorts en acier.

La proportion du poids mort au poids utile est plus faible pour les voitures à couloir longitudinal que pour les voitures à compartiments séparés. Les voitures de 3e classe de Lagny pèsent $3^t,5$ et reçoivent 24 voyageurs. Celles du petit chemin de fer de Rivoli, dont nous parlerons plus loin, ont un poids moyen de $2^t,6$ et portent la moitié des voyageurs que peut recevoir la voiture suisse. A tous les points de vue la disposition en long est préférable; elle facilite le service en permettant la perception en route par les agents du train.

M. Bonnefond construit pour un chemin de fer sur route dont les voyageurs seront le principal aliment, des voitures à impériale couverte à 50 places réparties comme suit :

Intérieur.	20 places.
Impériale.	22
Plates-formes.	8

L'écartement des essieux est de $2^m,25$, et la largeur de la caisse de $2^m,10$. Ces voitures sont montées sur ressorts en acier et ne portent qu'un tampon.

Pour diminuer l'obliquité de l'attelage en courbes, on emploie la barre de traction continue prenant son point d'attache sur l'axe longitudinal du châssis, le plus

près possible du centre du véhicule, et on place sur cette barre une articulation. Un certain jeu donné à la sortie de la barre sur la traverse de tête lui permet de prendre une position oblique dans le passage des courbes roides.

Pour faciliter dans les courbes la circulation du matériel à quatre roues, on donne à la boîte à graisse un certain jeu dans les plaques de garde, afin de permettre aux essieux de se rapprocher de la position radiale.

Un jeu de $0^{m},01$ de part et d'autre de la position moyenne ne présente pas d'inconvénients, si l'on a soin de donner aux menottes des ressorts de suspension une inclinaison qui limite le déplacement des essieux.

La diminution de diamètre des roues, conséquence de la diminution de largeur de la voie, contribue aussi à rendre moins difficile le passage dans les courbes à court rayon. Sur les chemins de fer sur routes, où la vitesse sera toujours des plus réduites, on peut prendre pour rayon des roues, ainsi qu'on le fait généralement, le 1/3 de la largeur de la voie.

Le matériel de petite vitesse aux Etats-Unis est généralement à 8 roues comme les cars à voyageurs. Sur les chemins de fer à voie réduite, les wagons plats pèsent en moyenne $2^{t},85$, et les wagons couverts 4^{t}. Ils peuvent recevoir les uns et les autres un chargement de 7^{t} à $7^{t},5$. Le poids des wagons pour transports spéciaux (houille, minerais, etc.) varie de 1,600 kilogr. à 2,250 kilogr. Ils portent un chargement de 4^{t} à

4t,5. Ce matériel, monté le plus souvent sur roues folles, passe sans effort dans les courbes roides. Comme il est, en général, assez mal entretenu et peu graissé, les constructeurs américains admettent qu'il faut à poids égal, un tiers de plus de force pour le traîner que le matériel ordinaire à huit roues.

L'emploi d'un matériel de grande contenance n'a pas sa raison d'être dans l'exploitation des chemins de fer sur routes, à moins d'être assuré d'un chargement complet. Les petits wagons de 2 à 2t,5, pouvant recevoir de 4 à 5 tonnes de marchandises sont, comme nous avons eu occasion de le dire, plus faciles à charger et à manutentionner.

154. *Locomotives pour voies réduites.* — Les Américains paraissent renoncer aujourd'hui, pour les locomotives de la petite voie, aux trucks à deux essieux qui était le trait caractéristique de leurs machines. Ils le remplacent le plus souvent par un truck à deux roues, à barre radiale, qui est moins compliqué, pèse moins et prend mieux les courbes. Son rôle est moins important que celui de l'ancien bogie. Il n'intervient que faiblement comme point d'appui dans la répartition de la charge, et sert surtout aux machines pour franchir sans peine des courbes à court rayon. En éloignant des roues motrices le truck à barre radiale on augmente l'adhérence, mais on diminue la facilité de la locomotive à circuler dans les courbes.

MM. Porter, Bell et Cie, dont les ateliers de Pittsburg *construisent* spécialement des machines pour voie

réduite de $0^{m},91$, ont établi onze types différents. De ce nombre, trois sont à 6 roues couplées, sans truck, avec ou sans tender. Les autres, à l'exception d'un petit modèle à quatre roues couplées dont nous donnons plus loin les dimensions, ont un truck, soit à l'avant, soit à l'arrière, soit aux deux bouts.

Dans la classe des machines qui n'ont que 4 roues motrices, le poids que supporte le truck varie du 1/9 au 1/4 du poid total, suivant la distance qui le sépare des roues motrices. Cette distance atteint $2^{m},70$ pour des machines destinées spécialement au service des voyageurs, et dont la base des roues ne dépasse pas $1^{m},53$.

Aux Etats-Unis, sur quelques lignes économiques dont les rails ne pèsent que 8 kg par mètre courant, on emploie des machines légères à 4 roues couplées, dont voici les dimensions :

Diamètre des cylindres.	$0^{m},127$
Course du piston.	$0^{m},254$
Diamètre des roues.	$0^{m},609$
Base des roues.	$1^{m},220$
Poids total en marche.	3,700 kilogr.
Capacité des réservoirs.	681 litres.

Ces machines remorquent sur rampe de 6 centimètres, avec courbes de 25 à 30 mètres de rayon.

près de 10 tonnes, y compris leur poids, soit 6^t,300 utiles. Ce travail suppose une adhérence de $\frac{1}{5,7}$. Elles brûlent en moyenne 4 kilogr. de charbon par kilomètre.

M. Lewin, constructeur à Poole (Angleterre), établit de petites locomotives pour les voies économiques sur deux modèles très-différents : l'un à mouvement direct et l'autre à transmission par engrenages.

Nous ne nous occuperons que de celles du premier modèle. Le tableau suivant qui donne les dimensions principales et le travail de ces machines pour des largeurs de voie variant de 0^m 45 à 1^m 06, peut fournir quelques renseignements utiles ponr l'étude d'un petit chemin de fer.

Les locomotives Lewin sont des machines robustès, très-simples d'organes, d'une visite facile, tout le mécanisme étant extérieur. Les roues en fonte sont pleines avec quatre évidements circulaires; elles sont accouplées. L'approvisionnement de combustible et d'eau est placé sous la chaudière. Chaque machine est munie à l'avant et à l'arrière de quatre tampons. Deux de ces tampons sont secs et s'appuyent sur la traverse de tête qui fait saillie sur les longerons. Les deux autres sont à ressort, et placés au dessous des premiers qu'ils dépassent. Cette disposition permet l'attelage de wagons de hauteurs différentes. Les machines Lewin sont surtout des machines d'entrepreneurs et de ines.

TYPES	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Diamètre des cylindres......	0^{m}100	0^{m}126	0^{m}152	0^{m}177	0^{m}203	0^{m}228	0^{m}254	0^{m}279	0^{m}301
Course du piston...........	0^{m}152	0^{m}228	0^{m}228	0^{m}355	0^{m}355	0^{m}457	0^{m}457	0^{m}507	0^{m}507
Diamètre des roues.........	0^{m}507	0^{m}507	0^{m}609	0.685	0^{m}685	0^{m}761	0^{m}914	0^{m}914	0^{m}914
Nombre de roues...........	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ecartement des roues.......	0^{m}609	0^{m}761	0^{m}761	1^{m}295	1^{m}295	1^{m}422	1^{m}422	1^{m}523	1^{m}523
Poids approximatif de la machine en charge...........	4^t	5^{t}1/4	6^t	7^{t}1/2	8^{t}3/4	11^t	13^t	15^t	17^t
Minimum de largeur de voie.	0^{m}456	0^{m}532	0^{m}532	0^{m}609	0^{m}761	0^{m}914	0^{m}914	1^{m}066	1^{m}066
Vitesse par heure..........	9^{k}650	12^{k}874	12^{k}874	12^{k}874	12^{k}874	12^{k}174	12^{k}874	16^{k}093	16^{k}093
Pression de la vapeur en k.	7^{kg} 033	7^{kg} 033	7^{kg} 033	7^{kg} 033	7^{kg} 033	7^{kg},033	7^{kg} 033	7^{kg} 033	7^{kg} 033
Poids approximatif remorqué sur palier................	25^t	35^t	45^t	55^t	75^t	100^t	135^t	160^t	190^t
Poids approximatif sur rampe de 0^m,02.................	10^t	13^t	18^t	21^t	31^t	40^t	45^t	70^t	85^t
Poids approximatif sur rampe de 0^m,04.................	3^{t}3/4	5^{t}1/2	6^{t}1/2	8^t	11^t	16^t	19^t	26^t	33^t
Prix de la machine..........	8.375 fr.	10.000 fr	11.500 fr.	13.250 fr.	14.125 fr	15.000 fr.	17.500 fr.	24.375 fr.	26.250 fr.

La fabrication des machines de ce genre n'est plus aujourd'hui en France la spécialité de quelques maisons, et nos grands ateliers se sont mis à en construire de différents modèles.

Nous citerons en première ligne le Creusot qui, sous le titre de « Locomotives pour chemins de fer d'intérêt local », a établi six types ayant la même disposition mais différant par leurs dimensions.

Les machines des types 1. 2 et 3 appartiennent à la grande voie (1^{m}, 51.). Elles sont portées sur six roues et pésent :

Le N° 1 . . .	29,000 kg.	à vide et	38,000 kg.	en charge ;
— 2. . .	27,000	id.	35,000	id.
— 3. . .	21,000	id.	27,000	id.

Ces types ne conviennent pas, à cause de leur poids, aux petites voies que nous étudions, et ce n'est que dans les N° 4, 5 et 6 que l'on peut trouver les modèles les plus convenables pour des voies dont l'écartement est de 0^{m},500 pour le type de mines 69 ; de 0^{m},800 à 1^{m},300 pour le type 50 ; de 1 mètre à 1^{m},450 pour le type 82. C'est au type N° 5 qu'appartient la machine de Blanzy dont nous donnons plus loin les dimensions et qui est représentée fig. 5, Pl, 23-24.

Les trois derniers types sont à quatre roues couplées au lieu de six. Ils ont, comme les trois premiers, les mouvements entièrement extérieurs, les cylindres horizontaux, les longerons intérieurs découpés. Les caisses à eau sont placées latéralement au-dessus des longerons, au lieu de l'être au-dessous de la chaudière comme dans la machine Lewin.

Nous n'avons pas à parler de l'exécution de ces

machines; on sait comment on travaille au Creusot. Mais nous voulons dire quelques mots du type le plus réduit, le N° 6, qui convient à la voie de 0m. 500.

Ses dimentions sont les suivantes :

Diamètre des cylindres.	0m,150
Course des pistons.	0m,220
Pression effective dans la chaudière en kilogr.	8
Diamètre des roues.	0m,450
Effort de traction calculé avec le coefficient de 0,70 pour la pression.	570k
L'effort de traction pratique est de. . . .	450k

qui, à raison de 6 kilogrammes par tonne, réprésente 75 tonnes.

Si l'on en déduit le poids de la machine en charge, soit 3 tonnes, il reste 72 tonnes pour le poids brut qu'elle peut remorquer en palier. Sur une rampe de 30 millimètres elle pourra encore traîner 12 tonnes.

Il ne faut pas demander à ces petites locomotives des vitesses dépassant 10 à 12 kilomètres. Leur meilleure utilisation nous semble être à une allure de 12 kilomètres à l'heure.

La facilité que leur donne le peu d'écartement des essieux pour passer dans les courbes raides, est précieuse pour l'exploitation des petites lignes à faible trafic et à profil accidenté.

La consommation moyenne des machines du type n° 6 est de 1 à 2 kilogr. par kilomètre à la vitesse de 10 kilomètres à l'heure.

155. *Locomotive système Mallet.* — Quoique l'on ne se soit jamais beaucoup préoccupé dans les chemins de fer de diminuer la dépense de combustible des loco-

motives, quelques ingénieurs de tramways ont pensé avec raison que dans l'étude d'une machine destinée à l'exploitation des chemins de fer sur routes, ils devaient chercher à réduire cette partie importante des frais de traction.

Dans une communication très-savante et très-intéressante faite par M. Mallet à la Société des ingénieurs civils de Paris, sur les moyens d'améliorer l'utilisation de la vapeur dans les locomotives, l'auteur place en première ligne la détente en cylindres séparés. Les machines auxquelles on applique ce mode de fonctionnement prennent en Angleterre le nom de *Compound Engines* que nous traduisons par : *Machines Compound*, faute d'un équivalent précis en français.

Le système Compound, dit M. Mallet, est caractérisé par l'action successive de la même vapeur dans deux cylindres de diamètres différents. Il peut être appliqué aux locomotives sous la forme : 1° de quatre cylindres, dont deux admetteurs et deux détendeurs avec quatre mécanismes distincts, ou seulement deux mécanismes ; 2° de trois cylindres, dont un central admetteur et deux latéraux détendeurs, ces trois cylindres actionnant chacun une manivelle, et les trois manivelles étant généralement, mais non nécessairement, à 120° les unes des autres ; 3° de deux cylindres, un admetteur et un détendeur, actionnant des manivelles à angle droit, avec réservoir intermédiaire et tiroir spécial de démarrage permettant de faire à volonté fonctionner les cylindres à la manière ordinaire. Ce dernier système est le seul qui ait été appliqué jusqu'ici aux locomotives de chemins de fer et de tramways. C'est celui auquel s'est

arrêté M. Mallet pour les locomotives de son système en construction chez MM. Corpet et Bourdon.

La machine Mallet est portée sur quatre roues. La disposition des cylindres et du mécanisme de transmission est celle d'une machine à pilon actionnant un faux essieu. Comme dans la locomotive de Winterthur, les dimensions de la chaudière et du foyer permettent de ne s'occuper de l'alimentation qu'à de rares intervalles.

Voici les dimensions principales de cette locomotive:

Diamètre des roues.	0^{m},700
Ecartement des essieux.	1^{m},300
Surface de grille.	0$^{m}_{q}$, 33
Surface de chauffe.	11^{m}, 30
Timbre de la chaudière.	12^{kg}, 00
Longueur de la machine.	4^{m},100
Poids de la machine à vide.	4,200^{kg},
Poids de la machine en service (variable).	6,000 à 7,000^{kg},
Diamètre des cylindres. . . .	0^{m}, 150 et 0^{m}, 240
Course des pistons.	0,320

Les machines doivent fournir un travail maximum correspondant à la remonte de 4 voitures à impériale à 50 voyageurs chacune sur une rampe de 33 millièmes, soit un effort de traction à la jante des roues motrices de 1,200 kilogr., environ.

Il a donc fallu leur donner un poids en service correspondant à l'effort nécessaire, avec un coefficient d'adhérence de 1/5 à 1/6.

Des locomotives Mallet pour chemins de fer d'intérêt local circulent sur la ligne de Bayonne à Biarritz depuis son ouverture. Les résultats qu'elles ont donnés

font bien augurer de l'application du système Mallet à la traction des chemins de fer sur routes.

156. *Système Handyside pour gravir les fortes rampes.* — L'objection que soulève l'ascension des fortes rampes disparaît devant la méthode perfectionnée proposée par M. Handyside, ingénieur anglais, qui a pris un brevet devenu aujourd'hui la propriété d'une compagnie (fig. 1 Pl. 17-18).

La machine Handyside est une locomotive ordinaire à 6 roues, portant un treuil de 60 centimètres de longueur sur 30 centimètres de diamètre, installé transversalementà la voie et à l'arrière de la boîte à feu. Autour du treuil s'enroule une chaîne en acier rond de 2 centimètres d'épaisseur et de 50 mètres de longueur.

Le treuil est mis en mouvement, soit directement, soit au moyen d'engrenages, par une paire séparée de pistons et de cylindres distincts de ceux de la locomotive.

La locomotive et un ou plusieurs wagons portent des étais, que le mécanicien ou un serrefrein peut faire tomber sur les rails, et qui les serrent de *côté*, et non dessus, s'opposant à tout mouvement de recul des véhicules.

Quand il s'agit de franchir une rampe, la machine part en avant, et, arrivée à une distance égale à la longueur du câble, le mécanicien laisse tomber les étais et met le treuil en mouvement. Au moment où le train ainsi halé touche la locomotive, un buttoir automatique très-simple interrompt la communication entre la vapeur et les cylindres qui font mouvoir le treuil. On serre les étais sur les rails, et la locomotive part de nouveau en avant pour recommencer la manœuvre. L'inventeur croit pouvoir franchir, avcc son système, des rampes de

1/8 (0^m 125 par mètre). L'expérience n'a pas encore consacré la valeur du brevet de M. Handyside.

On a proposé là où l'inclinaison des rampes rend insuffisante l'adhérence par le poids, de poser sur les routes un rail central et d'employer la machine Fell, perfectionnée dans ces dernières années par son inventeur. Si l'on peut abandonner à la voie ferrée une certaine zone de la route, l'emploi du rail central ne présente pas d'inconvénients ; il peut même dans beaucoup de cas rendre des services. — C'est à l'ingénieur, chargé des études de ces petites lignes, à déterminer le mode le plus convenable pour triompher des résistances qu'oppose à la traction le profil accidenté de certaines routes.

157. *Travail des chevaux sur rails saillants* — Comme l'on peut avoir à exploiter les chemins de fer sur routes avec des chevaux, nous donnons à titre de renseignements les chiffres suivants extraits du Rapport de M. Bosson, ancien directeur des chemins de fer de Rhône-et-Loire.

Sur une rampe de 1 centimètre, un cheval trainant à la vitesse de $1^m,10$ par seconde, soit 3,960 mètres par heure, un wagon pesant 4,200 kilogr., donnait un effort de $65^k,10$, le coefficient de traction étant 0,0155 ou $15^k,5$ par tonne.

Le travail par seconde était de $71^{km},61$, et par jour de 1,138,000 kilogrammètres.

Le parcours journalier, y compris le retour haut-le-pied, atteignait $29^{km},600$. Le poids du cheval était de 540 kilogr.

Sur une rampe de 5 centimètres, le cheval ne traî-

nait plus que 1,567 kilogr. L'effort qu'il donnait était de $86^{k},18$. A la vitesse de $0^{m},90$ par seconde, soit 3,240 mètres par heure, le travail s'élevait à $77^{km},61$ par seconde, et par jour à 989,820 kilogrammètres.

M. Bosson a trouvé, pour la grande vitesse, que sur des rampes de 5 à 6 millimètres on peut obtenir des vitesses de 18 kilom., en ayant soin d'avoir des relais de 6 kilomètres.

Le parcours journalier des chevaux de grande vitesse était de 24 kilom., et le travail dynamique de 400,000 kilogrammètres.

158 *Comparaison entre la dépense de la traction animale et celle de la traction mécanique pour une ligne de 20 kilomètres.* — C'est surtout sur les lignes de banlieue où les départs sont moins fréquents que dans les villes, que les machines présentent des avantages sur les chevaux.

Voici le prix de revient de la traction mécanique, comparé à celui de la traction animale, pour une ligne de 20 kilomètres dont le parcours est en rampe sur 9,300 mètres. L'inclinaison la plus forte est de $0^{m},045$; elle s'étend sur près d'un demi-kilomètre.

Les véhicules employés pèsent en charge 6 tonnes environ. Avec deux chevaux, chaque cheval aurait à trainer 3 tonnes qui, sur la rampe de $0^{m},045$, nécessiteraient un effort variant de 83 à 90 kilogrammes par collier. Aussi a-t-on pris le parti d'atteler trois chevaux.

Les chevaux font 20 kilomètres par jour.

La durée du trajet est de 1 heure 40 minutes, ce qui correspond à une vitesse de 12 kilomètres à l'heure. En y comprenant les 20 minutes de stationnement à chaque

extrémité de la ligne, les voitures font le trajet aller et retour, soit 40 kilomètres, toutes les quatre heures. La durée du service est de 16 heures : chaque voiture parcourt ainsi journellement 160 kilomètres, ce qui nécessite par voiture 24 chevaux en service, plus 3 de repos, en tout 27.

Voici comment on peut évaluer la dépense de ces chevaux.

1° 27 chevaux à 900 fr.	24.300 fr.
2° Ecuries à 850 fr. par cheval. . . .	22.950
Total. .	47.250

Ce qui représente par jour pour l'intérêt à 5 pour cent.	3.38 fr.
Nourriture, soins, ferrage à 2 fr. 94 par cheval, pour 27 chevaux.	79.38
Amortissement à 20 p. 0/0 sur 24,300 fr.	13.31
Entretien des harnais à 1 fr. 50 par voiture.	1.50
Cocher.	5.00
Dépense par voiture.	102.57

Le prix de revient de la traction mécanique se décompose comme suit :

1° Une machine du poids de 5 tonnes. .	16.000 fr.
Remises : 40 mètres carrés à 100 fr. .	4.000
Installation d'eau, ateliers.	2.025
Total. . .	22.025

Comme il faut une machine de réserve pour 4 en service, on doit ajouter à cette somme 25 pour cent, soit.	5.506
Total. . . .	27.531
Dont l'intérêt à 5 0/0 représente par jour.	3.83
2° Combustible. — 5 kilog. par kilomètre, soit pour 160 kilom. à 50 fr.. . . .	40. »
Huile et graisse	3. »
Mécanicien (8 fr.) et chauffeur (5 fr.).. .	13. »
Divers.	6.40
Total. . .	66.23
3° Entretien et amortissement.	
On peut compter, pour les machines de tramway comme pour les locomotives, environ 10 pour cent du prix d'achat pour entretien et amortissement, soit ici 1,600 fr. par an, plus 25 0/0 ou 400 fr., pour la machine de réserve, ce qui donne 2,000 fr. par an, et par jour.	5.48 fr.
Total. . . .	71.71 fr.

En admettant un chauffeur supplémentaire pouvant remplacer à tour de rôle les agents de la machine, on arriverait au chiffre total de 76 fr. 71 qui, comparé à celui de la traction animale, représente une économie de 25 fr. 86 par voiture, soit environ 25 pour cent.

159. *Exemple de cheminde fer économique.* — Dans une lettre adressée au journal l'*Engineering*. M. Percivald Heywood donne sur une voie ferrée d'une lon-

gueur de 1,200 mètres et à écartement de 38 centimètres, qu'il a fait construire à travers champs, des renseignements qui prouvent le parti que l'on peut tirer de ces petites lignes.

Les rails pèsent 11 kilogr. le mètre courant. A la vitesse de 32 kilom. le train franchit des courbes de 40 mètres de rayon, et à la vitesse de 13 kilom. des courbes de 10 mètres.

La locomotive traîne 50 tonnes sur niveau. Elle a coûté 10,000 francs.

Les wagons cubent 765 décimètres et reviennent à 200 francs. Il y a deux sortes de voitures pouvant recevoir 12 voyageurs placés deux par deux. Le modèle couvert coûte 1,000 fr.; le modèle découvert, 615 fr.

On peut transporter journellement 100 tonnes sur ce diminutif de voie ferrée.

160. *Spécimens de chemins de fer industriels.* — Deux types de ce genre, la petite ligne de Bloëlthal en Prusse et celle de Travaux Pontséricourt dans le département de l'Aisne, sont intéressants à étudier. Elles peuvent, l'une et l'autre, servir de spécimens pour toutes les voies similaires que l'on aura à construire.

Le chemin de Bloëlhal est placé, en partie, sur l'accotement d'une route de $7^{m},54$ de large. Le rayon des courbes y est souvent inférieur à $37^{m},70$, mais la plus grande déclivité ne dépasse pas 12 millimètres par mètre.

La voie a un écartement de $0^{m},816$. Elle se compose de rails à patin ou rails Vignole, du poids de 10 kilog. 43, à joints éclissés. Les traverses ont une longueur de

170 *Revenus des Tramways dans dfférentes villes d'Europe.* — D'après M. Vandal, président des Tramways-Nord de Paris, l'exploitation des tramways de Francfort-sur-Mein a produit net en 1875 de 16 à 17 pour cent du capital engagé.

A Bruxelles, le capital employé dans les tramways ne donne, quant à présent, qu'un intérêt de 2 1/2 pour cent. Mais comme les recettes augmentent de 10 pour cent par an, et que les porteurs de titres n'ont pas oublié ce que produisaient la ligne du Bois de la Cambre et celle de l'intérieur de la ville avant la fusion, la confiance du public dans l'avenir de ces compagnies n'est pas altérée.

Ainsi que nous l'avons dit, les tramways de Bruxelles ont été construits avec beaucoup d'économie. Comme leur exploitation était faite au début avec le moins de frais possible, ils donnaient des bénéfices au moins aussi brillants que les bonnes lignes anglaises. Rachetées par un spéculateur pour former la Société des Tramways Bruxellois deux de ces lignes ont été vendues, dit-on, à des prix très-élevés. Il a dû y avoir des travaux importants de parachèvement à exécuter. Il n'est donc pas étonnant qu'à peine entrée en possession la Compagnie nouvelle n'ait pas pu donner à ses intéressés un revenu supérieur à 2 1/2 pour cent.

On compte qu'à Genève les tramways produiront au moins 8 pour cent.

A Lille, le capital versé aurait reçu, d'après M. Vandal, un revenu de 6 pour cent.

171. *Résultats d'exploitation fournis en 1876 par les Compagnies des Omnibus, des Tramways-Nord et des*

certaine longueur des déclivités variant de 50 à 60 millimètres.

Enfin, sur un parcours de 300 mètres, la route atteint une inclinaison de 75 millimètres. Quant aux courbes, elles sont nombreuses. En palier leur rayon n'est souvent que de 30 mètres. On en rencontre une de 50 mètres sur une rampe de 60 millimètres.

La voie se compose de rails Vignole pesant 13 kilogrammes. Leur longueur est de 6 mètres, et l'on compte sept traverses par rail. Les rails sont fixés aux traverses par des tire-fond de 15 millimètres de diamètre. Les traverses ont 16 centimètres de largeur sur 8 d'épaisseur. Celles de joint ont 20 centimètres de largeur. L'épaisseur du ballast est de 20 centimètres.

Les changements de voie se font au moyen de rails mobiles du système le plus primitif.

Les machines des lignes de Tavaux Pontséricourt sortent des ateliers du Creusot. MM. Molinos et Pronnier ont adopté le type à voie de 0^{m},71, qui a figuré à l'Exposition de 1867, sous le nom de *machine de Blanzy*. Il convient parfaitement à l'exploitation des petites lignes de la nature de celles qui nous occupent.

Voici ses principales dimensions :

Surface de grille.	0^{mq}.42
Surface de chauffe du foyer.	2^{mq}.340
Surface de chauffe des tubes.	17^{mq}.340
Surface de chauffe totale.	19^{mq}.680
Diamètre des cylindres.	0^{m}204
Course des pistons.	0^{m}360
Diamètre des roues.	0^{m}760
Nombre d'essieux.	2.

Ecartement des essieux.	1m25
Capacité des caisses à eau.	850 lit.
— de la soute à charbon.	160 lit.
Poids de la machine à vide.	5,700 kg.
Poids de la machine pleine.	7,500 kg.

Les wagons pèsent à vide 2,100 kilogrammes, et avec le maximum de charge 8,100 kilogrammes.

Ils sont montés sur quatre roues en fer forgé du système Arbel sans bandages rapportés.

L'écartement d'axe en axe des essieux est de 1m,85.

Les wagons sont pourvus de ressorts de suspension et de traction; mais les premiers n'agissent que lorsque la charge est inférieure à la charge maxima. Dans le cas contraire, la caisse vient porter directement sur les boîtes.

Chaque wagon est muni d'un frein très-puissant du système Stilmant.

Les tampons de choc sont secs.

Sur la rampe de 75 millimètres les machines remontent un wagon chargé pesant 7,500 kilogrammes, plus un wagon vide de 2,100 kilogrammes, en tout 9 tonnes 700. L'adhérence est dans ce cas de $\frac{1}{5.4}$ et l'effort de traction atteint 1,380 kilogrammes.

Par les temps de verglas, de brouillard et de neige, les machines remontent toujours au moins un wagon chargé.

Ainsi, dans les conditions les plus mauvaises d'exploitation les machines remorquent en moyenne une fois et demie leur poids. Ce fait est important à noter, parce qu'il prouve qu'on peut utiliser les routes même à profil accidenté.

Les chemins de fer de Tavaux-Ponséricourt ont été exécutés en six mois. Ce laps de temps a suffi pour faire les études, remplir les formalités, commander le matériel et poser la voie. Dans une période aussi courte il ne fallait pas songer à rectifier la route.

Dans la construction ou la rectification des routes nationales, départementales ou des chemins vicinaux de grande communication, l'inclinaison maxima tolérée est aujourd'hui de 5 centimètres par mètre. Quand elle dépasse 4 centimètres, il peut être souvent plus avantageux, au point de vue de l'exploitation, de s'éloigner de la route momentanément et de placer la voie dans les conditions d'un chemin de fer ordinaire. Cela dépend de l'importance et de la nature du trafic.

Les lignes de Tavaux-Ponséricourt sont revenues par kilomètre à 26,332 fr. qui peuvent se décomposer ainsi :

		fr.	fr.
Plate-forme non ballastée	Indemnités de terrain.	857	
	Terrassements. . .	2,800	
	Maçonnerie et charpente.	1,105	4,762
Voie	Traverses.	1,857	
	Balastage et pose de la voie.	2,500	
	Rails de 13 kg. et éclisses.	7,214	11,571
Locomotives, matériel fixe et roulant.			9,357
Frais généraux et divers. . .			642
	Total égal.		26,332

Mais la mauvaise qualité du ballast et quelques travaux de parachèvement ont porté le prix total à 28,000 fr. par kilomètre.

La voie ferrée traverse deux villages dans toute leur étendue. Le nombre des trains s'élève quelquefois à 40 par jour.

Le service est fait pendant les six plus mauvais mois de l'année, et, cependant, il n'est jamais arrivé d'accident.

Les machines passent devant les habitations, et tournent les coins de rue dans des courbes de 30 mètres sans qu'elles soient une gêne pour les habitants.

161 *Chemins de fer ruraux.* — Les chemins de fer de Tavaux-Ponséricourt ont été construits, comme nous l'avons dit, dans des conditions toutes spéciales, pour desservir des usines et non pour transporter des voyageurs et les marchandises du commerce. Est-ce là le type qu'il convient de choisir pour un petit chemin de fer appelé à faire un service public ? Nous ne le croyons pas, et tous ceux qui sont au courant de l'exploitation des voies ferrées partageront notre opinion. Cependant, un ingénieur civil, M. Chabrier, a cru trouver dans les petites lignes de MM. Molinos et Pronnier l'idéal du chemin de fer économique à très-faible trafic. Sous le nom de *Chemin de fer rural*, il a bâti tout un projet dont M. Caillaux a entretenu l'Assemblée nationale à l'époque où il était ministre des travaux publics, et dont voici les traits les plus saillants.

Voie à l'écartement de 1 mètre placée sur l'accotement d'une route ; élargissement de cette route quand elle est trop étroite, ou sa rectification quand la pente est

trop forte ; absence de clôtures, de gares, de magasins ; garage à chaque croisement de chemins pour permettre le chargement à l'avance des wagons que la machine doit prendre en passant : voilà pour la construction. Le train n'allant pas plus vite qu'une voiture, sans règlements absolus pour les départs et le parcours comme dans les voitures publiques ; fractionnement des trains pour gravir les fortes rampes ; arrêt sur signal à un point quelconque de la ligne ; perception faite en marche par le conducteur : tels sont les principaux caractères de l'exploitation.

L'élargissement des routes et leur rectification doivent être faits par le service chargé de leur entretien. L'Administration a intérêt à faire cette concession, car les dépenses d'entretien des chaussées doivent diminuer par l'établissement des voies ferrées sur les accotements.

Avec des courbes de 30 mètres on peut, à une vitesse réduite, tourner à angle droit le carrefour de deux chemins.

La pente maxima des routes à construire ou à rectifier étant de 5 centimètres, on aura que rarement l'occasion de modifier le profil. Cependant, il sera plus avantageux au point de vue des dépenses de l'exploitation, de ne pas atteindre, toutesles fois qu'on le pourra, cette limite de 5 centimètres.

En résumé, dans la plupart des cas, il sera possible d'accepter les routes telles qu'elles sont.

M. Chabrier évalue la dépense d'établissement de ces petites lignes à 25,000 fr. le kilomètre.

Les chemins de fer ruraux n'étant encore qu'à l'état de projet, il est difficile de les juger. Les idées

émises par M. Chabrier sur l'exploitation de ces voies ferrées nous semblent plus théoriques que pratiquest L'expérience seule pourra nous éclairer à cet égard.

162. *Chemins de fer sur routes assimilés aux chemins de fer d'intérêt local.* — Les chemins de fer posés sur routes et faisant le transport des voyageurs et des marchandises comme les grandes lignes, ne datent que de quelques années.

Les détails sur leur construction sont, en général, peu connus, et les résultats de leur exploitation ne son. pas assez complets pour que l'on puisse en tirer quelque conclusion.

Cependant, au commencement de l'année 1876, MM. Joyant et Dumont ont fait à la Société des ingénieurs civil de Paris une communication très intéressante sur deux petites lignes étrangères, celle de Lausanne à Echallens, en Suisse, et celle de Turin à Rivoli, en Piémont. Nous leur empruntons les détails qui vont suivre.

163. *Chemin de fer de Lausanne à Echallens. — Machine Brunner.* — Le chemin de fer de Lausanne à Echallens est établi sur la route de Lausanne à Yverdon. Il traverse un pays essentiellement agricole, mais peu industriel.

La longueur est de 14,180 mètres, avec 8 stations espacées de 1,500 à 2,000 mètres. La ligne présente des courbes minima de 65 mètres, et sur 5,810 mètres on rencontre des déclivités de $0^{m},015$ par mètre et au-dessus. La voie, placée à l'écartement de 1 mètre, se compose de rails Vignole du poids de $28^{kg},900$. On estime que ce poids pourrait être réduit sans inconvénient à 20 kilogrammes.

Le ballast a une épaisseur normale de 30 centimètres, et de 50 centimètres dans les tranchées en glaise humide ou en rocher.

Le matériel roulant comprend 4 locomotives et 39 voitures ou wagons.

Les voitures n'ont que deux classes; elles sont chauffées et munies toutes d'un frein à vis.

On a mis depuis quelque temps en service une voiture automobile à vapeur, construite par la Société de construction de Winterthur sur le même principe que celle de Fairlie. La caisse repose sur deux trucks dont l'un porte l'appareil moteur, et l'autre un pavillon pour les fumeurs.

La contenance de cette voiture est de 64 places réparties comme suit :

Intérieur.	24
Pavillon.	8
Impériale.	32
Total.	64

Son poids total à vide est de 16 tonnes. Sa longueur est de 13 mètres, et sa largeur de 2m. 40. Elle peut passer dans des courbes de 20 mètres.

Le personnel sédentaire de Lausanne à Echallens se compose de :

1 Chef de service.
1 Comptable.
2 Chefs de gare.
6 Chefs de station.

En tout 10 Agents.

Les chefs de station ne sont autres que les facteurs des localités. Ils apportent les dépêches quelques instants avant l'arrivée de chaque train et distribuent les billets. Leur salaire est de 1 fr. par jour.

Le personnel de la voie se compose de :

1 Chef d'équipe,

4 Hommes qui aident le service de l'exploitation le dimanche.

Le personnel des trains comprend :

2 Mécaniciens.

2 Chauffeurs.

2 Employés de trains.

Le nombre des trains est de 4 par jour dans chaque sens, mais il y a, les jours de marché, des trains supplémentaires.

La durée du trajet est de 50 minutes; ce qui correspond à une vitesse de 25 kilomètres à l'heure sans les arrêts.

Le tarif pour le parcours total est de 1 fr. 45 en 1re classe et de 1 fr. en seconde. Les billets d'aller et retour jouissent d'une réduction de 30 pour cent.

La Compagnie fait délivrer des carnets d'abonnement au parcours kilométrique, donnant la même réduction que celles des billets aller et retour. Ces carnets comprennent 300 petits carrés un peu moins grands qu'un timbre poste, et représentant chacun le parcours d'un kilomètre. En montant dans le train, le voyageur indique au conducteur où il va. Ce dernier déchire autant de carrés que le voyageur a de kilomètres à parcourir, et lui donne en échange une carte indiquant la station *de départ* et celle d'arrivée.

A la fin de 1874, la ligne de Lausanne à Echallens donnait 5,329 fr. par kilom. Les frais d'exploitation s'élevaient à 4,000 fr. par kilom.; on espère pouvoir les ramener à 3,600 fr.

Dès que les ressources de la Compagnie le lui permettront, on reliera la ligne à la gare de la Suisse occidentale à Lausanne et au chemin de fer d'Ouchy.

Ces soudures augmenteront le mouvement des marchandises qui est aujourd'hui peu important.

164. *Chemin de fer de Turin à Rivoli.* — La ligne de Turin à Rivoli est établie sur une des contre-allées de la grande route de Turin à Rivoli, dont la largeur, qui était de 17 mètres, a été réduite à 11 m. 70.

Elle compte 4 stations sur une longueur de 12 kilom. La largeur de la voie est de $0^{m},90$; celle de la plateforme, de $3^{m},20$; le ballast a une épaisseur de 40 centimètres.

Les rails, du système Vignole, ont $5^{m},70$ de longueurs. Il pèsent $21^{kg},453$ par mètre courant, et portent sur 7 traverses en chêne.

Le matériel roulant comprend :

4 locomotives-tender pesant à vide $8^{t},700$ et pouvant remorquer 50 tonnes sur la rampe maxima de $0^{m},018$ à la vitesse de 30 kilom.;

21 voitures ou wagons pesant, en moyenne, $2^{t},600$.

Voici comment se décompose le coût de l'établissement de la ligne :

Etudes et direction pendant la construction	14.000 fr.
Expropriations	9.000
Terrassements et mise en état de la route ordinaire	92.000
Ouvrages d'art	96.000
Matériel fixe (par kilom., 12,138 fr.)	213.000
Matériel roulant	251.000
Total...	675.000

Soit, par kilom. 56,000 fr.

Le personnel comprend :

Pour les gares	14 agents.
Pour les trains	8 —
Pour la voie	12 —
En tout...	34 —

Le mouvement des trains est de 16 dans chaque sens, et de 34 les jours de fête.

La vitesse est de 24 kilom. à l'heure.

En 1873, les recettes étaient de	110.979 fr.
et les dépenses de	70.715
Différence...	40.264

L'Etat ayant prélevé sur les recettes brutes 10.264 fr., il est resté à la Compagnie un bénéfice de 30.000 fr., soit 2,500 fr. par kilom. représentant les 4 1/2 pour cent du coût kilométrique.

Aux deux exemples que nous venons de citer, nous ajouterons celui de la ligne de Wantage dont nous

avons déjà parlé. Sa longueur est de 4 kilom. La voie est placée sur le côté d'une grande route. Elle est formée de rails saillants qui ne pèsent que 13 kilog. 60. Mais, eu égard au poids des lourds wagons du Great Western qui parcourent la ligne, ils sont reconnus trop faibles, et l'ingénieur de la Compagnie pense qu'il faudrait, au moins, des rails de 18 kilog. 13.

Au mois de septembre 1876, la dépense d'établissement s'élevait à 250,000 fr. savoir :

Terrains.	45.000 fr.
Travaux.	115.000
Matériel.	25.000
Dépenses diverses.	65.000
Total...	250.000

Soit 62,500 francs par kilom.

165. *Porteur Corbin-Decauville.* — Comme complément des voies économiques, signalons le porteur Corbin récemment perfectionné par M. Decauville, de Petit-Bourg, près Paris. Ce système, construit entièrement en fer avec des rails de $4^{kg},5$ le mètre, peut être posé sans bourrage sur des terres fraîchement remuées, et supporte, cependant, des wagonnets chargés de 400 à 500 kilogrammes. La voie se pose et s'enlève avec une grande facilité et rapidité. Son prix varie de 4. fr. 50. à 5. fr. le mètre courant.

Les bornes de cet ouvrage ne nous permettent pas de donner à l'étude des chemins de fer économiques sur routes tout le développement qu'elle comporte. Dans la Communication faite à la Société des ingénieurs civils de Paris par M. Jules de Morandière, l'auteur a

CINQUIEME PARTIE

RECETTES. — DÉPENSES. — BÉNÉFICES DES TRAMWAYS.

CHAPITRE XII

CLASSIFICATION DES DÉPENSES ET DES RECETTES

Pour compléter ce qui est relatif à l'Exploitation, il nous reste à dire quelques mots de la classification des Recettes et des Dépenses.

Les Recettes ce divisent en :

Recettes du trafic ;

Recettes diverses.

166. *Classification des Recettes.* — Les Recettes du Trafic comprennent le produit du transport des voyageurs, et celui du transport de la messagerie et des grosses marchandises sur les lignes où ces services sont organisés.

Les Recettes diverses comprennent : le produit de la vente des fumiers ; les locations diverses d'immeubles

appartenant à la Compagnie; la redevance pour affichage dans les voitures et dans les bureaux; les travaux et les transports faits pour le compte des tiers, et toutes les recettes qui ne proviennent pas directement du Trafic.

167. *Classification des Dépenses.* — Les Dépenses sont classées en Divisions ou en Chapitres, dont le nombre varie suivant le mode de comptabilité adoptée par les Compagnies.

North-Metropolitan Tramways.

Voici la classification suivie par la Cie des North-Metropolitan Tramways, de Londres:

Entretien de la voie;
Dépenses de traction;
Réparations des cars;
Dépenses du trafic;
Dépenses préliminaires du Parlement;
Dommages et intérêts;
Loyers;
Impôts et taxes;
Licences et droits;
Intérêts.

On désigne sous le nom de *Dépenses préliminaires du Parlement* toutes celles que nécessitent les demandes de concessions et de modifications adressées au Parlement.

Compagnie des Omnibus de Paris.

La classification de la Compagnie des Omnibus de

Paris embrasse plus de détails. Elle comprend cinq divisions qui sont établies comme suit :

PREMIÈRE DIVISION

Administration centrale et Dépenses générales.

Administration centrale, jetons de présence, traitement des employés. — Contributions directes, patentes. — Assurances contre l'incendie. — Impressions et fournitures. — Travaux d'appropriation et réparations dans les dépôts et stations. — Dépenses diverses et accidents. — Chauffage et éclairage général. — Allocation temporaire pour la cherté du pain

DEUXIÈME DIVISION

Inspection. — Trafic. — Service des Voyageurs.

Solde des inspecteurs. — Solde des chefs de station. — Solde et primes des conducteurs. — Solde et primes des cochers. — Cantonniers. — Loyers des bureaux de station. — Inspection secrète. — Indemnité aux réservistes.

TROISIÈME DIVISION

Matériel roulant.

Entretien des voitures. — Renouvellement des voitures. — Entretien et renouvellement des harnais. — Entretien et renouvellement des cadrans. — Lavage, graissage et brossage des voitures. — Entretien de la voie.

QUATRIÈME DIVISION

Chevaux et Fourrages.

Loyers des dépôts, *y compris* 6 0/0 *des capitaux employés en immeubles et constructions.* Solde des chefs de dépôts. — Solde des piqueurs. — Service vétérinaire, infirmerie et médicaments. — Solde des palefreniers. — Solde des relayeurs et côtiers; employés divers. — Achat d'eau. — Nourriture des chevaux. — Renouvellement des chevaux. — Ferrage des chevaux. — Chevaux au labour. — Mobilier des dépôts et stations.

CINQUIÈME DIVISION

Surveillance de l'État. — Charges de l'Entreprise.

Commissaire du Gouvernement. — Droits à la Ville de Paris. — Tombereaux pour l'enlèvement des neiges. — Contributions indirectes. — Intérêts du capital d'exploitation des omnibus.

Total des dépenses et charges de l'exploitation des Omnibus de Paris. — Remboursement d'obligations. — Intérêts du fonds de réserve. — Intérêts du fonds d'assurances.

On remarquera que l'*Entretien de la voie* figure dans la même Division que le *Matériel roulant.* Nous croyons que cette catégorie de dépenses doit former une Division à part ; c'est ce qui a été fait par la compagnie des Tramways du Sud qui a adopté la classification suivante :

Compagnie des Tramways de Paris (Réseau-Sud.)

1re Division. — Administration centrale.
2e — Exploitation. — Inspection. — Trafic.
3e — Cavalerie. — Fourrages.
4e — Entretien général (matériel roulant).
5e — Service de la voie.
6e — Frais et charges de la Compagnie.

Cette classification est simple et rationnelle.

On ne peut pas en dire autant de celle des Tramways-Nord.

Compagnies des Chemins de fer Parisiens (Tramways-Nord.)

La Cie des Tramways-Nord répartit ses dépenses d'exploitation en dix chapitres qui sont :

Chapitre 1er. — Administration centrale. — Frais généraux.

Chap. 2. Impôts et redevances.
— 3. Intérêts et amortissement des titres.
— 4. Direction de l'Exploitation.
— 5. Inspection.
— 6. Service des dépôts.
— 7. Chevaux et fourrages.
— 8. Entretiens du matériel roulant.
— 9. Frais généraux du chapitre précédent à répartir.
— 10 Entretien et surveillance de la voie.

Les chapitres 8 et 9 n'en forment qu'un dans la répartition des frais d'exploitation par journée de voiture, de cheval, etc.





TF 705 .S482
Manuel pratique de l'exploitat
Stanford University Libraries
3 6105 041 654 885
USE IN LIBRARY

